

J0004201 CN01

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

G02B 27/18

G02B 27/28 G02F 1/133

H04N 9/12

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 99101306.9

[43]公开日 1999年9月15日

[11]公开号 CN 1228544A

[22]申请日 99.1.15 [21]申请号 99101306.9

[30]优先权

[32]98.2.18 [33]JP [31]36481/98

[71]申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

[72]发明人 伊藤嘉高

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

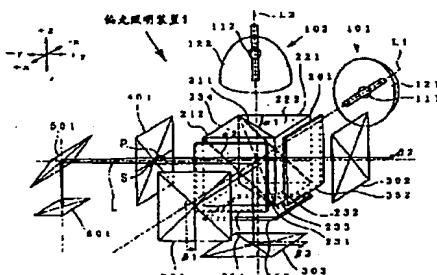
代理人 姜邦厚 叶恺东

权利要求书4页 说明书25页 附图页数15页

[54]发明名称 偏光照明装置及投影式显示装置

[57]摘要

提供一种偏光照明装置,和投影式显示装置。在偏光照明装置1中,从第一及第二光源部101、102射出的随机偏振光被偏光分离·合成光学元件201分别分离成两种偏振光后,形成偏离x方向的二次光源象,能使偏振方向一致。这时,第一至第三聚合反射片301、302、303内的至少两个聚光反射片相对于偏光分离·合成光学元件201的大致中心轴平移配置,以便来自第一及第二光源部101、102的出射光中由S偏振光产生的二次光源象之间、以及由P偏振光产生的二次光源象之间互相重叠。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种偏光照明装置，它备有：

大致呈六面体形状的偏光分离·合成光学元件，它有将从第一面入射的光分离成两种偏振光，将其中的一种出射到第三面一侧，将另一种出射到第四面一侧的第一偏光分离膜，以及将从第二面入射的光分离成两种偏振光，将其中的一种出射到第四面一侧，将另一种出射到第五面一侧的第二偏光分离膜；

将光分别入射到上述偏光分离·合成光学元件的第一、第二面上的第一、第二光源部；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第三面一侧、备有分别使入射光的传播方向大致反转、同时形成聚光象的多个微小聚光反射元件的第一聚光反射光学元件；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第四面一侧、备有分别使入射光的传播方向大致反转、同时形成聚光象的多个微小聚光反射元件的第二聚光反射光学元件；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第五面一侧、备有分别使入射光的传播方向大致反转、同时形成聚光象的多个微小聚光反射元件的第三聚光反射光学元件；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第三面和上述第一聚光反射光学元件之间的第一偏光状态变换光学元件；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第四面和上述第二聚光反射光学元件之间的第二偏光状态变换光学元件；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第五面和上述第三聚光反射光学元件之间的第三偏光状态变换光学元件；以及

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第六面一侧、使从上述偏光分离·合成光学元件出射的光的偏振方向一致的偏光变换光学元件，

该偏光照明装置的特征在于：由上述第一聚光反射光学元件及上述第三聚光反射光学元件的上述微小聚光反射元件反射后入射到上述偏光变换光学元件上的光的主光线和由上述第二聚光反射光学元件的上述微小聚光反射元件反射后入射到上述偏光变换光学元件上的光的主光线互相平行且不重合。

2. 根据权利要求 1 所述的偏光照明装置，其特征在于：

上述第一聚光反射光学元件大致与上述偏光分离·合成光学元件的上述第三面平行配置，

上述第二聚光反射光学元件大致与上述偏光分离·合成光学元件的上述第四面平行配置，

5 上述第三聚光反射光学元件大致与上述偏光分离·合成光学元件的上述第五面平行配置，

上述第一聚光反射光学元件、上述第二聚光反射光学元件、上述第三聚光反射光学元件配置得能使由上述第一聚光反射光学元件及上述第三聚光反射光学元件的上述微小聚光反射元件反射后入射到上述偏光变换光学元件上的光的主光线和由上述第二聚光反射光学元件的上述微小聚光反射元件反射后入射到上述偏光变换光学元件上的光的主光线互相平行且不重合。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的偏光照明装置，其特征在于：

上述微小聚光反射元件的开口形状与被照明区域的形状呈相似形。

15 4. 根据权利要求 1 至 3 中的任意一项所述的偏光照明装置，其特征在于：

为了将从上述偏光分离·合成光学元件出射的光汇聚在上述偏光变换光学元件的入射面一侧或出射面一侧，而配置备有多个聚光元件的聚光光学元件。

20 5. 根据权利要求 1 至 4 中的任意一项所述的偏光照明装置，其特征在于：

将把从上述偏光变换光学元件出射的光重叠在被照明区域上的重叠光学元件配置在上述偏光变换光学元件的出射面一侧。

25 6. 根据权利要求 1 至 5 中的任意一项所述的偏光照明装置，其特征在于：

将变更从上述偏光变换光学元件射出的光的光路的光路变换光学元件配置在上述偏光变换光学元件的出射面一侧。

7. 根据权利要求 1 至 6 中的任意一项所述的偏光照明装置，其特征在于：

30 上述第一至第三聚光反射光学元件的上述微小聚光反射元件由曲面反射镜构成。

8. 根据权利要求 1 至 6 中的任意一项所述的偏光照明装置，其特

征在于：

上述第一至第三聚光反射光学元件的上述微小聚光反射元件由透镜、以及设在与上述透镜的上述偏光分离·合成光学元件相反一侧的面上的反射面构成。

5 9. 一种投影式显示装置，其特征在于备有：

权利要求 1 至 8 中的任意一项所述的偏光照明装置；
调制从上述偏光照明装置射出的光的光调制元件；以及
对由上述光调制元件调制过的光进行投影的投影光学系统。

10 10. 一种投影式显示装置，其特征在于备有：

权利要求 1 至 8 中的任意一项所述的偏光照明装置；
将从上述偏光照明装置射出的光分离成多种颜色的光的色光分离光学元件；
分别对由上述色光分离光学元件分离的色光进行调制的多个光调制元件；

15 对由上述多个光调制元件调制过的光进行合成的色光合成光学元件；以及

对由上述色光合成光学元件合成的光进行投影的投影光学系统。

11. 一种投影式显示装置，其特征在于备有：

权利要求 1 至 8 中的任意一项所述的偏光照明装置；
对从上述偏光照明装置射出的光进行调制的反射式光调制元件；
对从上述偏光照明装置射出的光及由上述反射式光调制元件调制过的光中包含的多种偏光分量进行分离的偏光分离光学元件；以及
对由上述反射式光调制元件调制后通过上述偏光分离光学元件射出的光进行投影的投影光学系统。

25 12. 一种投影式显示装置，其特征在于备有：

权利要求 1 至 8 中的任意一项所述的偏光照明装置；
将从上述偏光照明装置射出的光分离成多种颜色的光的色光分离光学元件；
分别对由上述色光分离光学元件分离的色光进行调制的多个反射式光调制元件；

对由上述色光分离光学元件分离的各色光及由上述反射式光调制元件调制的各色光中包含的多种偏光分量进行分离的多个偏光分离光学元

件；

对由各个上述反射式光调制元件调制后通过各个上述偏光分离光学元件射出的光进行合成的色光合成光学元件；以及

对由上述色光合成光学元件合成的光进行投影的投影光学系统。

5 13. 根据权利要求 9 至 12 中的任意一项所述的投影式显示装置，其特征在于：

上述第一、第二光源部中的至少一者构成能够装卸的结构。

14. 根据权利要求 9 至 12 中的任意一项所述的投影式显示装置，其特征在于：

10 上述第一、第二光源部中的至少一者能有选择地点亮。

说 明 书

偏光照明装置及投影式显示装置

本发明涉及用偏振方向一致的偏振光均匀地照亮矩形的照明区的偏光照明装置及使用该偏光照明装置的投影式显示装置。更详细地说，是涉及一边使从两个光源部分射出的光的偏振方向一致一边进行合成用的结构方面的技术。

如液晶元件所示，在使用对特定的偏振光进行调制用的调制元件的液晶显示装置中，只能利用从光源射出的光所具有的两种偏振分量中的一种偏振分量。因此，为了获得明亮的投影图象，就需要提高光的利用效率，可是，在使用唯一的光源的投影式显示装置中为了提高光的利用效率，是有一定限度的，所以使用多个光源增加光量也是获得明亮的投影图象用的方法之一。

可是，如果只是排列多个光源，那么光源象的面积就会变成数倍之多，这只是扩大了照亮被照明区域的光的角度分布（照明角增大），某一定面积上的光量与使用唯一的光源时相同。因此，在此情况下即使使用多个光源，实际上每一定面积上的光量并未增加。

另外，即使使用多个光源增加了光量，但如果只能利用从光源射出的光所具有的两种偏振分量中的一种偏振分量，那么其光量的一半被浪费掉，其效果也就减少了一半。

因此，本发明的课题在于提供一种使用多个光源但不增大照明角，而且能利用两种偏振分量的偏光照明装置，另外，还在于提供一种能投射非常亮的投影图象的投影式显示装置。

为了解决上述课题，本发明是这样一种偏光照明装置，它备有：

大致呈六面体形状的偏光分离·合成光学元件，它有将从第一面入射的光分离成两种偏振光，将其中的一种出射到第三面一侧，将另一种出射到第四面一侧的第一偏光分离膜，以及将从第二面入射的光分离成两种偏振光，将其中的一种出射到第四面一侧，将另一种出射到第五面一侧的第二偏光分离膜；

将光分别入射到上述偏光分离·合成光学元件的第一、第二面上的第一、第二光学部；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第三面一侧、备有分别使入

射光的传播方向大致反转、同时形成聚光象的多个微小聚光反射元件的第一聚光反射光学元件；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第四面一侧、备有分别使入射光的传播方向大致反转、同时形成聚光象的多个微小聚光反射元件的5 第二聚光反射光学元件；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第五面一侧、备有分别使入射光的传播方向大致反转、同时形成聚光象的多个微小聚光反射元件的10 第三聚光反射光学元件；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第三面和上述第一聚光反射15 光学元件之间的第一偏光状态变换元件；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第四面和上述第二聚光反射光学元件之间的第二偏光状态变换元件；

配置在上述偏光分离·合成光学元件的第五面和上述第三聚光反射光学元件之间的第三偏光状态变换元件；以及

15 配置在上述偏光分离·合成光学元件的第六面一侧、使从上述偏光分离·合成光学元件出射的光的偏振方向一致的偏光变换光学元件，

该偏光照明装置的特征在于：由上述第一聚光反射光学元件及上述20 第三聚光反射光学元件的上述微小聚光反射元件反射后入射到上述偏光变换光学元件上的光的主光线和由上述第二聚光反射光学元件的上述微小聚光反射元件反射后入射到上述偏光变换光学元件上的光的主光线互相平行且不重合。

在本发明的偏光照明装置中，利用偏光分离·合成光学元件将从使光入射到偏光分离·合成光学元件的第一、第二面上的第一及第二光源部出射的随机偏振光分离成两种偏振光、即P偏振光、S偏振光。而且，25 利用分别配置在偏光分离·合成光学元件的第三、第四、第五面一侧的第一、第二、第三聚光反射光学元件将各偏振光分离成多条中间光束。

再利用配置在偏光分离·合成光学元件的第六面一侧的偏光变换光学元件使各条中间光束的偏振方向一致。因此，虽然使用两个光源部，但不会增大照明光对被照明区域的入射角度（照明角），能使照明的面积与一个光源部所照明的面积大致相同。因此，与使用一个光源部时相比，30 能使每一定面积的光量大约增大一倍，所以能将照明区域照射得非常亮。另外，如果将由各聚光反射光学元件分离的中间光束重叠在一处的

被照明区域上，则能均匀地照亮被照明区域。因此，如果将本发明的偏光照明装置作为显示装置的光源，能获得极其均匀的图象。另外，在本发明的偏光照明装置中，能几乎不伴随损失地将从第一及第二光源部发射的随机偏振光使之一致地合成 P 偏振光和 S 偏振光等。因此，如果在 5 使用液晶元件这样的调制特定的偏振光的调制元件的显示装置中采用本发明的偏光照明装置，能获得极亮的图象。另外，所说的由第一聚光反射光学元件及第三聚光反射光学元件的微小聚光反射元件反射后入射到偏光变换光学元件上的光的主光线和由第二聚光反射光学元件的微小聚光反射元件反射后入射到偏光变换光学元件上的光的主光线互相平行， 10 意味着由第一聚光反射光学元件~第三聚光反射光学元件的微小聚光反射元件反射的光几乎以相同的角度入射到偏光分离·合成元件上。因此，即使在偏光分离·合成元件的偏光分离·合成特性容易依赖于光的入射角的情况下，也能进行稳定的偏光分离·合成，能获得斑点少的照明光。

在本发明中，在第一聚光反射光学元件大致与偏光分离·合成光学元件的第三面平行配置、第二聚光反射光学元件大致与偏光分离·合成光学元件的第四面平行配置、第三聚光反射光学元件大致与偏光分离·合成光学元件的第五面平行配置的情况下，也可以将第一聚光反射光学元件、第二聚光反射光学元件、第三聚光反射光学元件配置得由第一聚光反射光学元件及第三聚光反射光学元件的微小聚光反射元件反射后入射到偏光变换光学元件上的光的主光线和由第二聚光反射光学元件的微小聚光反射元件反射后入射到偏光变换光学元件上的光的主光线互相平行且不重合。如果这样配置第一、第二、第三聚光反射光学元件，则能利用构成聚光反射光学元件的微小聚光反射元件，在空间不同的给定位置形成由 P 偏振光及 S 偏振光产生的各自的二次光源象。 20 25

但是，配置上述第一至第三聚光反射光学元件的位置不是具有明确规定性质的位置。总之，可以这样配置第一至第三聚光反射光学元件，即由第一及第二光源部各自的出射光中包含的 P 偏振光产生的二次光源象和由 S 偏振光产生的二次光源象分别在空间被分开的位置形成，同时由第一光源部的出射光中包含的 P 偏振光产生的二次光源象和由第二光源部的出射光中包含的 P 偏振光产生的二次光源象相重合，另外，由第一光源部的出射光中包含的 S 偏振光产生的二次光源象和由第二光源部 30

的出射光中包含的 S 偏振光产生的二次光源象相重合。

在本发明中，上述微小聚光反射元件的开口形状能做成与被照明区域的形状相似的形状。由于来自光源部的光被聚光反射光学元件分割成多条光束，最后重叠在被照明区域，所以通过采用上述结构，能将来自光源部的光无浪费地引导到被照明区域。

在本发明中，由于将从上述偏光分离·合成光学元件出射的光汇聚在上述偏光变换光学元件的入射面一侧或出射面一侧，所以能配置备有多个聚光元件的聚光光学元件。通过这样配置聚光光学元件，能使由聚光反射光学元件分割形成的多条光束一边聚光，一边被有效地引导到偏光变换光学元件上的规定的位置，所以具有能提高偏光变换光学元件的偏光变换效率的效果。另外，在构成第一至第三聚光反射光学元件的微小聚光反射元件的个数彼此不同的情况下，在由最多的反射光学元件构成的聚光反射光学元件中，也可以用这里使用的反射光学元件数的二倍的聚光元件构成聚光光学元件。

在本发明中，能将把从上述偏光变换光学元件出射的光重叠在被照明区域上的重叠光学元件配置在上述偏光变换光学元件的出射面一侧。通过这样配置重叠光学元件，能将由聚光反射光学元件分割形成的多条光束有效地引导到被照明区域，所以具有能提高照明效率的效果。

在本发明中，能将变更从上述偏光变换光学元件射出的光的光路的光路变换光学元件配置在上述偏光变换光学元件的出射面一侧。如果这样配置光路变换光学元件，即能沿着与由尺寸较大的两个光源部的光轴规定的平面平行的方向射出照明光，那么就能使偏光照明装置的一个方向的厚度变薄，能实现薄型的偏光照明装置。因此，在将该偏光照明装置用作投影式显示装置等的光源的情况下，还能获得小型的投影式显示装置。

在本发明中，上述第一至第三聚光反射光学元件的上述微小聚光反射元件能用任意多个曲面反射镜构成。另外，上述第一至第三聚光反射光学元件的上述微小聚光反射元件能用透镜和设置在与上述透镜的上述偏光分离·合成光学元件相反一侧的面上的反射面构成。如果这样构成，则能容易地将来自光源部的光分离成多条中间光束。这里，如果将曲面反射镜做成偏心反射镜，或者将透镜做成偏心透镜，就能使上述的偏光变换光学元件和聚光光学元件小型化，同时即使不用上述重叠光学元

件，也能有效地将光引导到被照明区域。

本发明的偏光照明装置能用于投影式显示装置，该投影式显示装置具有调制从偏光照明装置射出的光的光调制元件；以及对由上述光调制元件调制过的光进行投影的投影光学系统。

5 另外，本发明的偏光照明装置能用于能显示彩色图象的投影式显示装置，该投影式显示装置具有将从偏光照明装置射出的光分离成多种颜色的光的色光分离光学元件；分别对由上述色光分离光学元件分离的色光进行调制的多个光调制元件；对由上述多个光调制元件调制过的光进行合成的色光合成光学元件；以及对由上述色光合成光学元件合成的光进行投影的投影光学系统。

10 另外，本发明的偏光照明装置能用于投影式显示装置，该投影式显示装置具有对从偏光照明装置射出的光进行调制的反射式光调制元件；对从上述偏光照明装置射出的光及由上述反射式光调制元件调制过的光中包含的多种偏光分量进行分离的偏光分离光学元件；以及对由上述反射式光调制元件调制后通过上述偏光分离光学元件射出的光进行投影的投影光学系统。

15 另外，本发明的偏光照明装置能用于投影式显示装置，该投影式显示装置具有将从偏光照明装置射出的光分离成多种颜色的光的色光分离光学元件；分别对由上述色光分离光学元件分离的色光进行调制的多个反射式光调制元件；对由上述色光分离光学元件分离的各色光及由上述多个反射式光调制元件调制的各色光中包含的多种偏光分量进行分离的多个偏光分离光学元件；对由各个上述反射式光调制元件调制后通过各个上述偏光分离光学元件射出的光进行合成的色光合成光学元件；以及对由上述色光合成光学元件合成的光进行投影的投影光学系统。

20 25 如果这样构成使用本发明的偏光照明装置的投影式显示装置，则能获得明亮的、而且亮度均匀的投影图象。另外，由于本发明的偏光照明装置射出偏振方向一致的光束，所以适合于使用液晶元件作为光调制元件的投影式显示装置。

30 在上述投影式显示装置中，上述第一、第二光源部中的至少一者最好构成能够装卸的结构。如果这样构成，则在搬运投影式显示装置时能将某个光源部取下来，能提高可搬运性。

另外，在上述投影式显示装置中，上述第一、第二光源部中的至少

一者最好能有选择地点亮。如果这样构成，则例如在用电池驱动投影式显示装置时，通过有选择地只点亮一个光源，能延长电池的使用寿命。另外，在周围亮的场所观察投影图象时，点亮两个光源部，在周围暗的场所观察投影图象时，有选择地只点亮一个光源部，可以根据环境和观察者的喜好适当地改变投影图象的亮度。

5 另外，在上述投影式显示装置中，可以使从上述第一、第二光源部射出的光的分光特性和辉度特性呈互不相同的特性。如果这样构成，则能容易地将照明光的色调设定成规定的色调。

10 图 1 是本发明的实施例 1 的在偏光照明装置中构成的光学系统的简略结构图。

图 2 是说明偏光分离·合成光学元件 201 的详细结构用的说明图。

图 3 是表示本发明的实施例 1 的在偏光照明装置中构成的光学系统的基本结构的简略结构图。

图 4 是图 1 所示的偏光照明装置的聚光反射片的斜视图。

15 图 5 是表示图 1 所示的偏光照明装置中产生偏振光的过程的说明图。

图 6 是图 1 所示的偏光照明装置的透镜片的斜视图。

图 7 是表示图 1 所示的偏光照明装置的聚光透镜片上的二次光源象的形成位置的说明图。

20 图 8 是本发明的实施例 2 的在偏光照明装置中构成的光学系统的简略结构图。

图 9 是本发明的实施例 3 的在偏光照明装置中构成的光学系统的基

本结构的简略结构图。

25 图 10 是本发明的实施例 4 的在偏光照明装置中构成的光学系统的

基本结构的简略结构图。

图 11 是作为实施例 5 的能用于实施例 1 至 4 的偏光照明装置中的聚光反射片的斜视图。

图 12 是备有图 1、图 3 所示的偏光照明光学系统的投影式显示装置之一例的光学系统的 xz 平面的简略结构图。

30 图 13 是图 12 所示的投影式显示装置的光学系统的 yz 平面的简略结构图。

图 14 是表示偏光照明装置的光源灯的发光光谱的说明图。

图 15 是备有图 1、图 3 所示的偏光照明系统的投影式显示装置的另一例的光学系统的 xz 平面的简略结构图。

以下，参照附图说明本发明的实施例。

另外，在以下的各实施例的说明及附图中，彼此对应的部分标以相同的符号，避免有关它们的重复说明。另外，将互相正交的三个空间轴作为 x 轴、y 轴、z 轴，将平行于 x 轴的两个方向分别作为 +x 方向及 -x 方向，将平行于 y 轴的两个方向分别作为 +y 方向及 -y 方向，将平行于 z 轴的两个方向分别作为 +z 方向及 -z 方向。

实施例 1

图 1 是表示本发明的偏光照明装置的第一实施例的斜视图。在本实施例中，设有能射出其偏振方向为随机的光（以下称“随机偏振光”）的第一光源部 101 和第二光源部 102 两个光源部。

如图 1 所示，本发明的实施例的偏光照明装置 1 在 xy 平面内沿着正交的系统光轴 L1 和 L 有：第一光源部 101；偏光分离·合成光学元件 201；第一 $\lambda/4$ 相位差片 351（第一偏光状态变换元件）和第二 $\lambda/4$ 相位差片 352（第二偏光状态变换元件）；第一聚光反射片 301（第一聚光反射光学元件）和第二聚光反射片 302（第二聚光反射光学元件）；聚光透镜部 401（聚光光学元件、偏光变换光学元件及重叠光学元件）；以及折回反射镜 501。从第一光源部 101 射出的随机偏振光如后文所述，在偏光分离·合成光学元件 201 中被分离成两种偏振光后，由第一 $\lambda/4$ 相位差片 351、第一聚光反射片 301、第二 $\lambda/4$ 相位差片 352、第二聚光反射片 302、偏光分离·合成光学元件 201 及聚光透镜部 401 再次合成为一种偏振光，经过折回反射镜 501 到达矩形的被照明区域 601。

另外，在 yz 平面内沿着正交的系统光轴 L2、L 配置着：第二光源部 102；上述的偏光分离·合成光学元件 201；第三 $\lambda/4$ 相位差片 353（第三偏光状态变换光学元件）和上述的第二 $\lambda/4$ 相位差片 352；第三聚光反射片 303（第三聚光反射光学元件）和上述的第二聚光反射片 302；上述的聚光透镜部 401；以及上述的折回反射镜 501。从第二光源部 102 射出的随机偏振光如后文所述，在偏光分离·合成光学元件 201 中被分离成两种偏振光后，由第三 $\lambda/4$ 相位差片 353、第三聚光反射片 303、第二 $\lambda/4$ 相位差片 352、第二聚光反射片 302、偏光分离·合成光学元件 201 及聚光透镜部 401 再次合成为一种偏振光，同样经过折回反射镜

501 到达矩形的被照明区域 601. 另外, 由折回反射镜 501 将其传播方向弯成大致 90 度的照明光的出射方向大致平行于包含第一及第二光源部 101、102 的平面。

5 第一及第二光源部 101、102 大体上分别由光源灯 111、112、以及抛物面反射镜 121、122 构成, 从光源灯 111、112 发出的随机偏振光分别由抛物面反射镜 121、122 沿一个方向反射后呈大致平行的光束, 并入射到偏光分离·合成光学元件 201 上。这里, 也可以用椭圆面反射镜、球面反射镜等代替抛物面反射镜 121、122。

10 偏光分离·合成光学元件 201 是大致呈六面体形的偏振光束分离器, 它是将由电介质多层膜构成的第一及第二偏振光分离膜 211、212 安装在玻璃制的棱镜 202 内构成的。第一偏振光分离膜 211 相对于来自第一光源部 101 的出射光倾斜地配置, 相对于偏光分离·合成光学元件 201 的第一面 221 构成 $\alpha_1=45$ 度的角度。另外, 第二偏振光分离膜 212 相对于来自第二光源部 102 的出射光倾斜地配置, 相对于偏光分离·合成光学元件 201 的第二面 222 构成 $\alpha_2=45$ 度的角度。

15 图 2 是说明该偏光分离·合成光学元件 201 的详细结构用的图。如图 2 所示, 偏光分离·合成光学元件 201 由两个三角锥棱镜 291、295 和两个四角锥棱镜 292、294 构成。

20 在第一三角锥棱镜 291 的侧面 BDH 和第一四角锥棱镜 292 的侧面 BDH 之间、以及在第二四角锥棱镜 294 的侧面 BFH 和第二三角锥棱镜 295 的侧面 BFH 之间, 分别形成第一偏振光分离膜 211。该第一偏振光分离膜 211 例如是这样形成的: 在第一三角锥棱镜 291 的侧面 BDH 和第一四角锥棱镜 292 的侧面 BDH 中的任意一个侧面上、以及在第二四角锥棱镜 294 的侧面 BFH 和第二三角锥棱镜 295 的侧面 BFH 中的任意一个侧面上, 分别蒸镀电介质多层膜。这里, 形成第一偏振光分离膜 211 的面可以是第一三角锥棱镜 291 的侧面 BDH 和第一四角锥棱镜 292 的侧面 BDH 中的任意一个侧面, 另外, 可以是第二三角锥棱镜 295 的侧面 BFH 和第二四角锥棱镜 294 的侧面 BFH 中的任意一个侧面。可是, 为了使两个棱镜上形成的第一偏振光分离膜 211 是平坦的, 最好在第一三角锥棱镜 291 的侧面 BDH 和第二四角锥棱镜 294 的侧面 BFH 上形成, 或者在第一四角锥棱镜 292 的侧面 BDH 和第二三角锥棱镜 295 的侧面 BFH 上形成。

30 另一方面, 在第一三角锥棱镜 291 的侧面 ABH 和第二四角锥棱镜 294

的侧面 ABH 之间、以及在第一四角锥棱镜 292 的侧面 BGH 和第二三角锥棱镜 295 的侧面 BGH 之间，分别形成第二偏振光分离膜 212。该第二偏振光分离膜 212 例如是这样形成的：在第一三角锥棱镜 291 的侧面 ABH 和第二四角锥棱镜 294 的侧面 ABH 中的任意一个侧面上、以及在第一四角锥棱镜 292 的侧面 BGH 和第二三角锥棱镜 295 的侧面 BGH 中的任意一个侧面上，分别蒸镀电介质多层膜。这里，形成第二偏振光分离膜 212 的面可以是第一三角锥棱镜 291 的侧面 ABH 和第二四角锥棱镜 294 的侧面 ABH 中的任意一个侧面，另外，可以是第一四角锥棱镜 292 的侧面 BGH 和第二三角锥棱镜 295 的侧面 BGH 中的任意一个侧面。可是，为了使两个棱镜上形成的第二偏振光分离膜 212 是平坦的，最好在第一三角锥棱镜 291 的侧面 ABH 和第一四角锥棱镜 292 的侧面 BGH 上形成，或者在第二四角锥棱镜 294 和第二三角锥棱镜 295 的侧面 BGH 上形成。

另外，通过将第一三角锥棱镜 291 和第一四角锥棱镜 292 的形成了第一偏振光分离膜 211 的面 BDH 粘接起来，形成第一棱镜合成体 293。

另外，通过将第二四角锥棱镜 294 和第二三角锥棱镜 295 的形成了偏振光分离膜 211 的面 BFH 粘接起来，形成第二棱镜合成体 296。最后，通过将两个棱镜合成体 293、296 的形成了第二偏振光分离膜 212 的面 ABGH 粘接起来，制成偏光分离·合成光学元件 201。当然，上述的四个棱镜的组合顺序只不过是一例，不限定于上述的顺序。

再根据图 1 进行说明。在偏光分离·合成光学元件 201 的第三面 231 上与其相对地配置第一 $\lambda/4$ 相位差片 351，再在该相位差片的外侧配置第一聚光反射片 301。而且，在本例中第一 $\lambda/4$ 相位差片 351 和第一聚光反射片 301 配置得大致平行于第三面 231。另外，在偏光分离·合成光学元件 201 的第四面 232 上与其相对地配置第二 $\lambda/4$ 相位差片 352，再在该相位差片的外侧配置第二聚光反射片 302。而且，在本例中第二 $\lambda/4$ 相位差片 352 和第二聚光反射片 302 配置得大致平行于第四面 232。另外，在偏光分离·合成光学元件 201 的第五面 233 上与其相对地配置第三 $\lambda/4$ 相位差片 353，再在该相位差片的外侧配置第三聚光反射片 303。而且，在本例中第三 $\lambda/4$ 相位差片 353 和第二三聚光反射片 303 配置得大致平行于第五面 233。将在后文详细地说明第一至第三聚光反射片 301、302、303 的结构。另外，在图 1 中，为了便于观察，将第一至第三 $\lambda/4$ 相位差片 351、352、353 画得离开了偏光分离·合成光学元件 201。

但最好将其配置得与偏光分离·合成光学元件 201 紧密结合。

在偏光分离·合成光学元件 201 的第六面 234 一侧沿着相对于系统光轴 L 垂直的方向设置着聚光透镜部 401，该聚光透镜部 401 由将在后文详细说明的聚光透镜片 411、 $\lambda/2$ 相位差片 421（偏光变换光学元件）、
5 以及重叠透镜 431（重叠光学元件）构成。

现在说明在如上构成的偏光照明装置 1 中，从第一光源部 101 射出的随机偏振光，根据其偏振方向被分离成两种偏振光的过程。图 3 表示图 1 中的 xy 平面的剖面图。这里，由于折回反射镜 501 与上述过程的说明没有直接关系，所以将其省略，因此，从聚光透镜部 401 至被照明区域 601 的光路表现得呈直线。另外，与这一点相关，在后文所述的图 9 及图 10 中也一样。

从第一光源部 101 射出的随机偏振光可以认为是 P 偏振光和 S 偏振光的混合光。从第一光源部 101 射出后入射到偏光分离·合成光学元件 201 的第一面 221 上的混合光被第一偏振光分离膜 211 分离成 P 偏振光和 S 偏振光这样两种偏振光。即随机偏振光中包含的 P 偏振光直接透过第一偏振光分离膜 211 后朝向第三面 231 传播，而 S 偏振光在第一偏振光分离膜 211 上反射后传播方向变成朝向偏光分离·合成光学元件 201 的第四面 232。

由偏光分离·合成光学元件 201 分离的两种偏振光通过第一及第二
20 $\lambda/4$ 相位差片 351、352 后，分别被第一及第二聚光反射片 301、302 反射。

这些聚光反射片 301、302 的外观如图 4 所示，它是这样形成的：将多个相同的微小聚光反射镜 311 排列成矩阵状，每个微小聚光反射镜 311 都有与被照明区域 601 大致呈相似的关系的矩形的外形，在其表面上形成由铝的蒸镀膜和电介质多层膜等构成的反射面 312。微小聚光反射镜 311 的反射面 312 被形成为球面状。但其反射面 312 的弯曲形状也可以是抛物面状、椭圆面状、或是复曲面状，它们是根据来自第一及第二光源部 101、102 的入射光的特性设定制造的。另外，后文所述的第三聚光反射片 303 也一样。

由第一偏振光分离膜 211 分离的 P 偏振光及 S 偏振光分别通过第一及第二 $\lambda/4$ 相位差片 351、352 后，被第一及第二聚光反射片 301、302 反射，在再次通过第一及第二 $\lambda/4$ 相位差片 351、352 的过程中，偏振

光的传播方向大致被反转了 180 度，同时偏振方向旋转了 90 度。用图 5 说明该偏振光的变化形态。另外，为了说明的简单起见，在该图中将聚光反射片 301、302 画成了平面状的反射片 321。入射到 $\lambda/4$ 相位差片 351、352 上的 P 偏振光 322 被 $\lambda/4$ 相位差片 变换为右旋圆偏振光 323（但随着 $\lambda/4$ 相位差片的设置方法的不同，也能呈左旋圆偏振光），并到达反射片 321。在光线被反射片 321 反射的同时，偏振面的旋转方向也发生变化。即，右旋圆偏振光变成了左旋圆偏振光（左旋圆偏振光变成右旋圆偏振光）。光的传播方向被反射片 321 反转了约 180 度、同时变成了左旋圆偏振光 324。后的偏振光再次通过 $\lambda/4$ 相位差片 351、352 时，被转换成 S 偏振光 325。另外，经过同样的过程，S 偏振光 325 被转换成 P 偏振光 322。

再根据图 3 进行说明。从而，到达第三面 231 上的 P 偏振光由第一 $\lambda/4$ 相位差片 351 及第一聚光反射片 301 将偏振光的传播方向大致反转 180 度，同时被转换成 S 偏振光，被第一偏振光分离膜 211 反射而改变传播方向，朝向第六面 234 传播。另一方面，到达第四面 232 上的 S 偏振光由第二 $\lambda/4$ 相位差片 352 及第二聚光反射片 302 将偏振光的传播方向大致反转 180 度，同时被转换成 P 偏振光，此次直接透过第一偏振光分离膜 211，朝向第六面 234 传播。即，第一偏振光分离膜 211 也具有作为偏振光合成膜的功能，所以偏光分离·合成光学元件 201 具有作为偏光分离·合成光学元件的功能。

由于第一及第二聚光反射片 301、302 由具有聚光作用的微小聚光反射镜 311 构成，所以与偏振光的传播方向被大致反转的同时，形成与构成各个聚光反射片 301、302 的微小聚光反射镜 311 相同数量的多个聚光象。这些聚光象不是光源象，所以以下称二次光源象。

聚光透镜片 411 的外观如图 6 所示，它是由呈矩形的微小透镜 412 构成的复合透镜体，由构成第一至第三聚光反射片 301、302、303 的微小聚光反射镜 311 的个数的二倍的微小透镜 412 构成聚光透镜片 411。但是，在构成第一至第三聚光反射片 301、302、303 的微小聚光反射镜 311 的个数分别不同的情况下，在由最多的微小聚光反射镜 311 构成的聚光反射片上由构成该聚光反射片的微小聚光反射镜的个数的二倍的微小透镜 412 构成聚光透镜片 411。

这里，第一聚光反射片 301 以相对于 x 轴使聚光反射片 301 的大致

的中心沿+y方向偏移 β_1 的状态配置。另外，第二聚光反射片302以相对于y轴使聚光反射片302的大概的中心沿-x方向偏移 β_2 的状态配置。

如上所述，由于各个聚光反射片的位置相对于x轴或y轴偏移，所以由第一聚光反射片301的微小聚光反射镜311反射后入射到聚光透镜部401的S偏振光的主光线和由第二聚光反射片302的微小聚光反射镜311反射后入射到聚光透镜部401的P偏振光的主光线互相平行，而且不重合。即，由第一聚光反射片301形成的S偏振光产生的二次光源象和由第二聚光反射片302形成的P偏振光产生的二次光源象形成在与x轴方向稍微不同的位置。在本实施例的情况下，由P偏振光产生的二次光源象和由S偏振光产生的二次光源象的排列间隔等于 $\beta_1+\beta_2$ 。即，在从被照明区域601一侧看聚光透镜片411的情况下，如果将两种偏振光形成的二次光源象示于图7，则P偏振光形成的二次光源象C1（圆形象中带有向右倾斜的线的区域）和S偏振光形成的二次光源象C2（圆形象中带有向左倾斜的线的区域）这两种二次光源象相隔 $\beta_1+\beta_2$ 的间隔，沿x轴方向排列。与此不同，在聚光透镜片411的被照明区域601一侧的面上，对于P偏振光产生的二次光源象C1的形成位置，设有有选择地形成了相位差层422的 $\lambda/2$ 相位差片421。因此，P偏振光通过相位差层422时偏振面发生偏转，P偏振光变成了S偏振光。另一方面，S偏振光不通过相位差层422，所以偏振面不发生偏转，直接通过 $\lambda/2$ 相位差片421。因此，从聚光透镜部401射出的光几乎与S偏振光一致。

这样一来，与S偏振光一致的光利用配置在 $\lambda/2$ 相位差片421的被照明区域601一侧的面上的重叠透镜431而被重叠在一处被照明区域601上。这时，图3中虽然被省略，但如前面的图1所示，利用配置在重叠透镜431和被照明区域601之间的折回反射镜501，照明光的传播方向被弯成约90度，到达被照明区域601。即，由第一及第二聚光反射片301、302的微小聚光反射镜311分成的多个图象面被聚光透镜片411和重叠透镜431重叠在一处，同时由于通过 $\lambda/2$ 相位差片421时被转换成一种偏振光，几乎全部光到达被照明区域601，所以几乎由一种偏振光照亮被照明区域601。同时，由于由多个二次光源象照亮被照明区域601，所以照明强度的光斑非常少，能均匀地照亮被照明区域601。

再根据图1进行说明。在原理上经过与从第一光源部101射出的随

机偏振光的情况相同的过程，从第二光源部 102 射出的随机偏振光也由偏光分离·合成光学元件 201、第二及第三聚光反射片 302、303、第二及第三 $\lambda/4$ 相位差片 352、353 等根据偏振方向的不同而被汇聚在稍微不同的位置后，由聚光透镜部 401 变换成一种偏振光，均匀地照亮一处的被照明区域 601。

即，从第二光源部 102 射出的随机偏振光中的 P 偏振光直接透过偏光分离·合成光学元件 201 的第二偏振光分离膜 212，射向第五面 233，但 S 偏振光被第二偏振光分离膜 212 反射，改变传播方向而射向第四面 232。这样分离后的 P 偏振光及 S 偏振光分别通过第三及第二 $\lambda/4$ 相位差片 353、352，由第三及第二聚光反射片 303、302 反射后，再次通过 $\lambda/4$ 相位差片 353、352。因此，到达第五面 233 的 P 偏振光由第三 $\lambda/4$ 相位差片 353 及第三聚光反射片 303 将偏振光的传播方向反转大约 180 度，同时被转换成 S 偏振光，由第二偏振光分离膜 212 反射而改变传播方向，射向第六面 234。另一方面，到达第四面 232 的 S 偏振光由第二 $\lambda/4$ 相位差片 352 及第二聚光反射片 302 将偏振光的传播方向反转大约 180 度，同时被转换成 P 偏振光，直接透过第二偏振光分离膜 212，射向第六面 234。

这里，第三聚光反射片 303 与第一及第二聚光反射片 301、302 一样，由具有聚光作用的微小聚光反射镜 311 构成，以相对于 z 轴使聚光反射片 303 的大致的中心沿+x 方向偏移 β_3 的状态配置。因此，由第二聚光反射片 302 的微小聚光反射镜 311 反射后入射到聚光透镜部 401 的 P 偏振光的主光线和由第三聚光反射片 303 的微小聚光反射镜 311 反射后入射到聚光透镜部 401 的 S 偏振光的主光线互相平行，而且不重合。即，由第二聚光反射片 302 形成的 P 偏振光产生的二次光源象和由第三聚光反射片 303 形成的 S 偏振光产生的二次光源象形成于稍微不同的位置。但这时形成的两种二次光源象（P 偏振光产生的二次光源象和 S 偏振光产生的二次光源象）与由从第一光源部 101 射出的光形成的两种二次光源象分别以偏振方向一致的状态重叠。即，来自第一光源部 101 的出射光中包含的 P 偏振光产生的二次光源象和来自第二光源部 102 的出射光中包含的 P 偏振光产生的二次光源象在同一位置相重合。为此，第三聚光反射片的偏移量 β_3 被设定得与 β_1 相等。因此，来自第二光源部 102 的出射光也与来自第一光源部 101 的出射光一样，与 S 偏振光一致。

其结果，来自第一及第二光源部 101、102 的出射光作为 S 偏振光合成，经过折回反射镜 501 到达被照明区域 601。

如上所述，如果采用本实施例的偏光照明装置 1，则用偏光分离·合成光学元件 201 将从第一及第二光源部 101、102 射出的随机偏振光分离成两种偏振光后，将各偏振光引导到 $\lambda/2$ 相位差片 421 的规定区域上，将 P 偏振光转换成 S 偏振光。因此，能使从第一及第二光源部 101、102 射出的随机偏振光无损失地以大致与 S 偏振光一致的状态合成，所以具有能明亮地照亮被照明区域 601 的效果。另外，虽然使用两个光源部 101、102，但能使照明光对被照明区域的入射角度（照明角）不增大，而对来自两个光源部 101、102 的照明光进行合成，所以照明光的截面与使用一个光源部时相同，因此，与使用一个光源部时相比较，能使每一定面积上的光量增加一倍。另外，即使设置由第一及第二光源部 101、102 构成的两个光源部，也能将双方都配置在 xz 平面上。在此情况下，由于配置着能改变从聚光透镜 401 射出的照明光的传播方向的折回反射镜 501，所以能使照明光的出射方向与配置两个光源部的 xz 平面平行。因此，适合于照明装置的薄型化和小型化。就是说，利用配置在聚光透镜部 401 的后级的折回反射镜 501，能进一步提高偏光照明装置的小型化的设计自由度。

而且，为了将两种偏振光分别引导到 $\lambda/2$ 相位差片 421 的规定区域上，需要提高偏光分离·合成光学元件 201 的偏光分离性能，但在本实施例中，由于利用玻璃制的棱镜、以及由无机材料构成的电介质多层膜构成偏光分离·合成光学元件 201，所以偏光分离·合成光学元件 201 的偏光分离性能的热稳定性好。因此，即使在要求光的输出大的照明装置中，也能经常发挥稳定的偏光分离性能，所以能实现具有能获得满足的性能的偏光照明装置。

另外，在本实施例中，与呈横向长的矩形的被照明区域 601 的形状一致地使第一至第三聚光反射片 301、302、303 的微小聚光反射镜 311 呈横向长的矩形（大致与被照明区域的形状相似），同时从偏光分离·合成光学元件 201 射出的两种偏振光的分离方向（用两种偏振光形成的二次光源象的排列方向）也与被照明区域 601 的形状一致地被设定为横向（x 方向）。因此，即使在形成具有呈横向长的矩形的被照明区域 601 的情况下，也能不浪费光量而提高照明效率。

另外由第一聚光反射片 301 及第三聚光反射片 303 的微小聚光反射元件反射后入射到聚光透镜部 401 的 S 偏振光的主光线和由第二聚光反射光学元件的微小聚光反射元件反射后入射到聚光透镜部 401 的 P 偏振光的主光线互相平行，这意味着由第一~第三聚光反射光学元件的微小聚光反射元件反射的光以大致相同的角度的入射到偏光分离·合成光学元件 201 上。因此，即使在偏光分离·合成光学元件 201 的偏光分离·合成特性容易与光的入射角度相关的情况下，也能进行稳定的偏光分离·合成，能获得光斑少的照明光。

在本实施例中说明的第一至第三聚光反射片 301、302、303 偏离 x 轴、y 轴、z 轴的偏移量 β_1 、 β_2 、 β_3 和它们的偏移方向不限定于本实施例的情况。也可以这样分别设定第一至第三聚光反射片的偏移量 β_1 、 β_2 、 β_3 和它们的偏移方向，主要是使分别来自第一及第二光源部 101、102 的出射光中包含的 P 偏振光产生的二次光源象和 S 偏振光产生的二次光源象分别在空间分离的位置形成，同时使第一光源部 101 的出射光中包含的 P 偏振光产生的二次光源象和第二光源部 102 的出射光中包含的 P 偏振光产生的二次光源象相重合，另外，使第一光源部 101 的出射光中包含的 S 偏振光产生的二次光源象和第二光源部 102 的出射光中包含的 S 偏振光产生的二次光源象相重合。

因此，不一定必须使对应全部第一至第三聚光反射片的相对于其各自的轴 (x 轴、y 轴、z 轴) 平行移动。例如也可以配置得只使第二聚光反射片 302 平行移动，第一及第三聚光反射片 301、303 不平移，使 x 轴或 z 轴通过各聚光反射片的大致的中心。反之，也可以配置得只使第一及第三聚光反射片 301、303 平移，第二聚光反射片 302 不平移，使 y 轴通过第二聚光反射片 302 的大致的中心。但是，有时根据第一至第三聚光反射片的偏移量及它们的偏移方向，同样需要使聚光透镜部 401 相对于 y 轴偏移。

另外，在本实施例中，虽然将 $\lambda/2$ 相位差片 421 配置在聚光透镜片 411 的被照明区域一侧，但如果是形成二次光源象的位置附近，也可以配置在其它位置，不加以限定。例如，也可以将 $\lambda/2$ 相位差片 421 配置在聚光透镜片 411 的光源部一侧。

另外，如果将构成聚光透镜片 411 的微小透镜 412 作为偏心透镜，则能使各微小透镜 412 射出的光的方向朝向被照明区域 601，所以能使

聚光透镜片 411 具有与重叠透镜 431 一致的功能。或者如果将构成第一至第三聚光反射片 301、302、303 的微小聚光反射镜 311 作为偏心透镜，则能使微小聚光反射镜 311 射出的光的方向朝向被照明区域 601，同样能使第一至第三聚光反射片 301、302、303 具有与重叠透镜 431 一致的功能。在这些情况下，可以省略重叠透镜 431，所以能降低偏光照明装置的成本。但是，在后一种情况下，由图 7 所示的 P 偏振光形成的二次光源象和由 S 偏振光形成的二次光源象的间隔变得更窄，为 $\beta_1 + \beta_2$ 。

另外，在从第一及第二光源部 101、102 射出的光的平行性高的情况下，也可以省略聚光透镜片 411。

另外，虽然将构成聚光透镜片 411 的微小透镜 412 做成横向长的矩形透镜，但其形状无特别限定。但如图 7 所示，P 偏振光形成的二次光源象 C1 和 S 偏振光形成的二次光源象 C2 是沿横向排列的状态形成的，所以最好与各个二次光源象的形成位置相对应地决定构成聚光透镜片 411 的微小透镜 412 的形状。

另外，也可以将特性不同的两种相位差层分别配置在 P 偏振光产生的二次光源象的形成位置和 S 偏振光产生的二次光源象的形成位置，与具有某特定的偏振方向的一种偏振光一致，也可以将相位差层 422 配置在 S 偏振光产生的二次光源象 C2 的形成位置，使照明光为 P 偏振光。

实施例 2

在图 1 所示的偏光照明装置 1 中，这样配置第一至第三聚光反射片 301、302、303，以便使 P 偏振光形成的二次光源象和 S 偏振光形成的二次光源象大致平行于 x 轴排列，但如图 8 中的偏光照明装置 2 所示，也可以这样配置第一至第三聚光反射片 301、302、303，以便使 P 偏振光形成的二次光源象和 S 偏振光形成的二次光源象大致平行于 z 轴排列。在此情况下，例如可以这样设定各平移的状态：使第一聚光反射片 301 的大致中心相对于 x 轴沿 -z 方向平移 r_1 ，使第二聚光反射片 302 的大致中心相对于 y 轴沿 +z 方向平移 r_2 ，使第三聚光反射片 303 的大致中心相对于 z 轴沿 +y 方向平移 r_3 。另外，在此情况下，偏光照明装置的基本原理与偏光照明装置 1 相同，所以详细说明从略。

实施例 3

在图 9（表示 xy 平面的剖面图）所示的偏光照明装置 3 中，各光学系统的配置方法大致与实施例 1 相同，但用构成壁面的六个透明片 252

构成棱镜结构体 251，在其内部配置了形成第一偏光分离膜 211 的平板状的第一偏光分离片 253 和形成第二偏光分离膜（图中未示出）的平板状的第二偏光分离片（图中未示出。另外，由于第二偏光分离片被第一偏光分离片 253 分离开，所以正确地说，需要两片），另外，其特征在于将填充了液体 254 的结构体作为偏光分离·合成光学元件 201 用。这里，必须使透明片、第一及第二偏光分离片、以及液体各自的折射率大致相同。因此，能谋求偏光分离·合成光学元件 201 的成本低、重量轻。

另外，在偏光照明装置 3 中，如在实施例 1 中所述，由于将构成聚光透镜部 401 中的聚光透镜片 411 的微小透镜作为偏心系统的透镜，所以使得聚光透镜片 411 具有与重叠透镜的功能一致的功能，能将重叠透镜省略。因此能谋求偏光照明装置的成本低、重量轻。

实施例 4

在图 10 所示的偏光照明装置 4 中，各光学系统的配置方法与实施例 1 相同，但其特征在于将偏光分离·合成光学元件 201 做成平板状的结构体。即，将用两片玻璃基板 263 夹住偏光分离膜 262 构成的两片（由于一个偏光分离片被另一个偏光分离片分离开，所以正确地说，需要三片）偏光分离片 261 配置得相对于系统光轴 L (L1, L2) 构成 $\alpha=45$ 度的角度，所以能发挥与采用六面体形状的棱镜的偏光分离·合成光学元件 201（参照图 1）大致相同的功能。因此，能谋求偏光分离·合成光学元件 201 的成本低、重量轻。另外，在本例的偏光分离·合成光学元件 201 中，如第一至第三实施例中的每个偏光分离·合成光学元件 201 所示，其第一至第六面不是实在的。可是，如图中的虚线所示，可以认为具有假想的第一至第六面。因此，如上述第一至第三实施例所示，相对于该假想的第一至第六面，可以配置光学部 201、202、 $\lambda/4$ 相位差片 351、352、353、聚光反射片 301、302、303、聚光透镜部 401 等。

实施例 5

在以上说明的偏光照明装置 1 至 4 中，可以使第一至第三聚光反射片 301、302、303 的一部分或全部为图 11 所示的聚光反射片 304。聚光反射片 304 由多个微小透镜 305 和反射片 306 构成。

另外，在该结构中，如果将多个微小透镜 305 中的每一个作为偏心透镜，则能使微小透镜 305 射出的光的方向朝向被照明区域 601，所以能使第一至第三聚光反射片具有与重叠透镜 431 的功能一致的功能。在

此情况下，能将重叠透镜 431 省略。因此能降低偏光照明装置的成本。

实施例 6

在图 12、图 13 中示出了在实施例 1 至 5 的偏光照明装置中使用实施例 1 的偏光照明装置 1，是提高其投影图象的亮度的投影式显示装置之一例。在本实施例的投影式显示装置 5 中使用透射式的液晶光阀作为光调制元件，同时偏光照明装置 1 的两个光源部中使用发光光谱不同的两种光源灯，能有选择地点亮这些光源灯。另外，图 12 是投影式显示装置 5 的 xz 平面的剖面图，图 13 是投影式显示装置 5 的 yz 平面的剖面图。另外，在图 12 中，省略了聚光透镜部 401 和作为光路变换光学元件的折回反射镜 501 等。

在图 12、图 13 中，被装入本实施例的投影式显示装置 5 中的偏光照明装置 1 有沿一个方向射出随机偏振光的第一光源部 101 及第二光源部 102，从这些光源部射出的随机偏振光在偏光分离·合成光学元件 201 中被分离成两种偏振光，同时被分离的各偏振光中的 P 偏振光被聚光透镜部 401 的 $\lambda/2$ 相位差片 421 变换为 S 偏振光，几乎呈一种偏振状态 (S 偏振状态) 从聚光透镜部射出。从聚光透镜部射出的偏振光利用折回反射镜 501 将出射方向改变为 -z 方向，入射到蓝色绿色反射分色镜 701。

从该偏光照明装置 1 射出的照明光首先在蓝色光绿色光反射分色镜 701 (色光分离光学元件) 中透过红色光，蓝色光及绿色光被反射。红色光被反射镜 702 反射，经过平行化透镜 716 到达第一液晶光阀 703。另外，偏振片被配置在液晶光阀的入射侧及出射侧，但在图 12 中未示出。另一方面，蓝色光及绿色光中的绿色光被绿色光反射分色镜 704 (色光分离光学元件) 反射，经过平行化透镜 716 到达第二液晶光阀 705。

配置在第一及第二液晶光阀 703、705 的入射侧的平行化透镜 716 用来抑制照亮液晶光阀的光扩散，以提高照明效率，同时具有将从液晶光阀入射到后文所述的投影透镜上的光有效地引导到投影透镜上的功能。另外，如后文所述，构成导光装置 750 的出射侧透镜 710 被配置在第三液晶光阀 711 的入射侧，在这里出射侧透镜 710 具有平行化透镜 716 的功能。但是，也可以将这些平行化透镜省略。

这里，由于蓝色光与其它两种颜色的光相比，其光路的长度较长，所以对蓝色光设有由中继透镜系统构成的导光装置 750，上述中继透镜系统由入射侧透镜 706、中继透镜 708 及出射侧透镜 710 构成。即蓝色

光透过绿色光反射分色镜 704 后，首先经过入射侧透镜 706 及反射镜 707，被引导到中继透镜 708，由该中继透镜 708 聚焦后，由反射镜 709 引导到出射侧透镜 710。然后，到达第三液晶光阀 711。

第一至第三液晶光阀 703、705、711 用来调制各种色光，包含了与 5 各种颜色对应的图象信息后，使调制过的色光入射到交叉二向色棱镜 713 (色光合成光学元件) 上。交叉二向色棱镜 713 的内部有反射红色光的电介质多层膜和反射兰色光的电介质多层膜形成十字状的结构，对各调制过的色光进行合成。合成后的光通过投影透镜 714 (投影光学系统) 后，在屏幕 715 上形成图象。

10 在这样构成的投影式显示装置 5 中，使用调制一种偏振光的液晶光阀。因此，如果用现有的照明装置将随机偏振光导入液晶光阀，则随机偏振光中的一半以上 (约 60%) 的光被偏振片吸收而变成热，所以光的利用效率低，同时存在需要抑制偏振片发热用的大型的噪音大的冷却装置的问题，可是在本实施例的投影式显示装置 5 中，这样的问题大幅度地被消除。

15 即，在本实施例的投影式显示装置 5 中，在偏光照明装置 1 中用 $\lambda/2$ 相位差片 421 只对一种偏振光 (例如 P 偏振光) 具有使偏振面旋转的作用，使其与另一种偏振光 (例如 S 偏振光) 呈偏振面一致的状态。因此，偏振方向一致的偏振光被导入第一至第三液晶光阀 703、705、711，所以提高了光的利用效率，能获得明亮的投影图象。另外，由于能降低偏振片的光吸收量，所以能抑制偏振片的温度上升。因此，能实现冷却装置的小型化和低噪音化。另外，由于有由第一及第二光源部 101、102 构成的两个光源部，而且能使来自任何一个光源部的出射光都无损失地使偏振方向一致，所以能获得明亮的投影图象。而且在偏光照明装置 1 20 中，由于使用热稳定的电介质多层膜作为偏光分离膜，所以偏光分离·合 25 成光学元件 201 的偏光分离性能具有热稳定性。因此，即使在要求光的输出大的投影式显示装置 5 中也能经常发挥稳定的偏光分离性能。

30 另外，虽然使用两个光源部 101、102，但不会增大照明光对被照明区域的入射角度 (照明角)，能将来自两个光源部 101、102 的照明光合成，所以能使照明光的截面积与使用一个光源部时相同。因此，与使用一个光源部时相比，能使每一定面积的光量增大一倍。因此，能实现更明亮的投影图象。

另外，在偏光照明装置1中，对于被照明区域即液晶光阀的横向长的显示区域，从偏光分离·合成光学元件201射出的两种偏振光被沿横向分离，所以能使光量无浪费地有效地照亮具有横向长的矩形的被照明区域。因此，偏光照明装置1适用于能投影容易观看且具有生动的图象的横向长的液晶光阀中。

除此之外，在本实施例中，由于使用交叉二向色棱镜713作为色光合成光学元件，所以能小型化，同时能缩短液晶光阀703、705、711和投影透镜714之间的光路的长度。因此，具有即使使用口径较小的投影透镜，也能实现明亮的投影图象的特征。另外，各色光只有三条光路中的一条光路，其光路的长度不同，但在本实施例中，对于光路长度最长的蓝色光设有由中继透镜系统构成的导光装置750，上述中继透镜系统由入射侧透镜706、中继透镜708及出射侧透镜710构成，所以不产生色斑等。

另外，在本实施例中，由于将作为光路变更光学元件的折回反射镜501配置在作为偏光变换光学元件的聚光透镜部401和蓝色绿色光反射·分色镜701之间，所以能改变从偏光变换光学元件射出的偏振光的传播方向。因此，能将配置色光分离光学元件、色光合成光学元件、光调制元件及投影光学系统等的平面和包含具有尺寸比较大的两个光源部的偏光照明装置1的平面以平行状态配置，能实现使一个方向的厚度薄的薄型的投影式显示装置。

另外，在本实施例的投影式显示装置5中安装的偏光照明装置1中，第一、第二光源部101、102中的任意一者可装卸。由于这样构成，所以例如在搬运投影式显示装置5时可以将任何一个光源部取下来，提高了可搬运性。

在安装在本例的投影式显示装置5中的偏光照明装置1的两个光源部101、102中，使用发光光谱及辉度特性不同的两种光源灯，另外，能有选择地点亮这些光源灯。由于采用这样的结构，所以具有如下的效果。

1) 由于将发光光谱不同的两种光源灯组合使用，所以能实现理想的照明装置或投影式显示装置中的理想的照明装置。举例说明这一点。例如，对于投影式显示装置中使用的光源灯来说，在蓝色光、绿色光、红色光全部波长区域中光的输出大、而且它们的比例平衡，是很理想的，

但在现实情况下几乎没有这样理想的光源灯。图 14 是表示从光源灯和偏光照明装置射出的光的光谱的说明图。例如，作为光源灯一般存在的问题是：如 (A) 所示，发光效率比较高、但红色光的强度相对地低（一般的高压汞灯就相当于这种情况），或者如 (B) 所示，红色光的强度比较大、但全体发光效率相对地低（某种金属卤化物灯就相当于这种情况）。在这样的光源灯的现状中，如果在本例的投影式显示装置 5 的偏光照明装置 1 中使用具有 (A) 和 (B) 所示的发光光谱的两种光源灯，在同时点亮的状态下，从偏光照明装置 1 射出的光的光谱能获得如 (C) 所示的理想光谱，能容易地实现能获得明亮的高品位的投影图象的投影式显示装置。

2) 由于能有选择地点亮发光光谱不同的两种光源灯，所以能根据观察者的喜好适当地改变投影图象的色调。

3) 由于能有选择地点亮两个光源灯，所以能根据使用投影式显示装置的周围环境或根据观察者的喜好适当地改变投影图象的亮度。例如，在周围亮的场所观察投影图象的情况下，点亮两个光源灯，在周围暗的场所观察投影图象的情况下，选择一个光源灯点亮。

4) 如果有选择地交替地使用两个光源灯，能延长光源灯本身的寿命，同时例如即使在由于寿命或故障等原因有一个光源灯不能点亮的情况下，通过使用另一个光源灯能继续显示投影图象等，提高了使用的方便性。另外，例如在用电池驱动投影式显示装置 5 时，只选择点亮一个光源灯，能延长电池的使用寿命。

另外，当然也可以使用上述的偏光照明装置 2~4 来代替偏光照明装置 1。

实施例 7

本发明的偏光照明装置也能适用于作为光调制元件使用反射式的液晶光阀的投影式显示装置。

即，在图 15（投影式显示装置的 xz 平面的剖面图）所示的投影式显示装置 6 中，使用实施例 1 所示的偏光照明装置 1，从第一及第二光源部 101、102 射出的随机偏振光在偏光分离·合成光学元件 201 中被分离成两种偏振光，同时被分离的各个偏振光中的 P 偏振光由聚光透镜部（图中未示出）的 $\lambda/2$ 相位差片（图中未示出）变换成 S 偏振光，构成照亮三处的反射式液晶光阀 801、802、803 的结构。

从这样的偏光照明装置 1 (在本实施例中也与前一个投影式显示装置 5 的情况相同, 备有聚光透镜部和作为光路变更光学元件的折回反射镜等, 但图中未将它们画出) 射出的光首先在反射蓝色光绿色光的电介质多层膜和反射红色光的电介质多层膜形成十字状而成的色光分离用二向色棱镜 804 (色光分离光学元件) 中被分离成红色光、蓝色光及绿色光。红色光经过反射镜 805 和平行化透镜 716 后入射到第一偏振光束分离器 808。另一方面, 蓝色光及绿色光在反射镜 806 上反射后, 由绿色光反射分色镜 807 (色光分离光学元件) 分离为绿色光 (反射光) 和蓝色光 (透射光), 各条色光经过平行化透镜 716, 入射到对应的第二及 10 第三偏振光束分离器 809、810。三处的偏振光束分离器 808、809、810 (色光分离光学元件) 是一种具有偏光分离功能的光学元件, 其内部备有偏光分离面 811, 能使入射的光中的 P 偏振光透过, 使 S 偏振光反射, 将 P 偏振光和 S 偏振光分离开。由于从偏光照明装置 1 射出的光的大部分是 S 偏振光, 所以入射到第一至第三偏振光束分离器 808、809、810 15 中的各色光的大部分在偏光分离面 811 上被反射, 将其传播方向大约改变 90 度, 入射到相邻的第一至第三反射式液晶光阀 801、802、803。但入射到第一至第三偏振光束分离器 808、809、810 中的各色光中有时会有少量的与 S 偏振光的偏振方向不同的偏振光 (例如 P 偏振光) 混入。这样的偏振方向不同的偏振光直接通过偏光分离面 811, 在偏振光束分离器内部不改变传播方向而射出, 所以不成为照亮反射式液晶光阀的光。另外, 配置在偏振光束分离器的入射侧的平行化透镜 716 的功能与在实施例 6 中说明过的投影式显示装置 5 中使用的平行化透镜 716 相同。因此, 也可以将平行化透镜配置在偏振光束分离器和反射式液晶光阀之间来代替本实施例。另外, 也可以将这些平行化透镜省略。 20

入射到反射式液晶光阀上的光 (S 偏振光) 在各个液晶光阀中受到对应于来自外部的图象信息的光调制, 具体地说, 使从各个反射式液晶光阀射出的光的偏振方向与显示信息对应地变化, 而且大致将光的传播方向反转, 从反射式液晶光阀射出。从反射式液晶光阀射出的光再次入射到偏振光束分离器, 但这时来自各反射式液晶光阀的出射光中的一部分与显示信息对应地转换成 P 偏振光, 所以利用偏振光束分离器的偏光选择功能, 只使 P 偏振光通过偏振光束分离器 (在该阶段形成显示图象), 到达色光合成用交叉二向色棱镜 812。入射到交叉二向色棱镜 812 (色 25

光合成光学元件)上的各色光被合成为一个光学象, 由投影透镜 714(投影光学系统)作为彩色图象投影到屏幕 715 上。

这样, 在使用反射式液晶光阀构成的投影式显示装置 6 中, 也是使用调制一种偏振光的反射式液晶光阀, 所以如果使用现有的照明装置将 5 随机偏振光导入反射式液晶光阀中, 则随机偏振光中的一半以上(约 60%)将被偏振片吸收而变成热。因此, 在现有的照明装置中存在光的利用效率低, 同时需要用来抑制偏振片发热的大型、噪音大的冷却装置的问题, 但在本实施例的投影式显示装置 6 中能大幅度地消除这样的问题。

~10 即, 在本实施例的投影式显示装置 6 中, 在偏光照明装置 1 中入/2 相位差片(图中未示出)只对一种偏振光(例如 P 偏振光)具有使偏振面旋转的作用, 使其与另一种偏振光(例如 S 偏振光)呈偏振面一致的状态。因此, 偏振方向一致的偏振光被导入第一至第三反射式液晶光阀 801、802、803, 所以提高了光的利用效率, 能获得明亮的投影图象。

15 另外, 由于能降低偏振片的光吸收量, 所以能抑制偏振片的温度上升。因此, 能实现冷却装置的小型化和低噪音化。另外, 由于有由第一及第二光源部 101、102 构成的两个光源部, 而且能使来自任何一个光源部的出射光都无损失地使偏振方向一致, 所以能获得明亮的投影图象。而且在偏光照明装置 1 中, 由于使用热稳定的电介质多层膜作为偏光分离 20 膜, 所以偏光分离·合成光学元件 201 的偏光分离性能具有热稳定性。因此, 即使在要求光的输出大的投影式显示装置 6 中也能经常发挥稳定的偏光分离性能。

另外, 虽然使用两个光源部 101、102, 但不会增大照明光对被照明区域的入射角度(照明角), 能将来自两个光源部 101、102 的照明光合成, 所以能使照明光的截面积与使用一个光源部时相同。因此, 与使用一个光源部时相比, 能使每一定面积的光量增大一倍。因此, 能实现 25 更明亮的投影图象。

另外, 在本实施例的投影式显示装置 6 中, 由于将作为光路变更光学元件的折回反射镜(图中未示出)配置在作为偏光变换光学元件的聚光透镜部(图中未示出)和色光分离用二向色棱镜 804 之间, 所以如实 30 施例 6 所述, 能实现使一个方向的厚度薄的薄型的投影式显示装置。

另外, 在本实施例的投影式显示装置 6 中, 如上所述, 也能构成第

一、第二光源部 101、102 中的任意一者都能装卸，或者使用两个光源部 101、102 中发光光谱及辉度特性互不相同的两种光源灯，或者有选择地点亮两个光源灯，能获得上述的效果。

5 另外，也可以将偏振片配置在各个偏振光束分离器 808、809、810 的入射侧及各个偏振光束分离器 808、809、810 的出射侧或色光合成用交叉二向色棱镜的出射侧等任何一处，在此情况下，有提高显示图象的对比度的可能性。

其它实施例

另外，当然也可以用上述的偏光照明装置 2~4 来代替偏光照明装置
-10 1.

在使用透射式液晶光阀的投影式显示装置中，也可以用两个分光镜代替实施例 6 的投影式显示装置 5 中使用的交叉二向色棱镜 713 构成色光合成光学元件，对于这样构成的所谓的反射镜光学系统来说，也能应用本发明的偏光照明装置。在反射镜光学系统的情况下，由于能使三处的液晶光阀和偏光照明装置之间的光路的长度相等，所以即使不使用实施例 1 所述的导光装置 750，也能进行亮斑和色斑少的有效的照明，这是它的一个特征。
15

在上述任何一个实施例中，在聚光透镜部 401 中可以将 P 偏振光变成 S 偏振光，将 S 偏振状态的光作为照明光用，反之也可以将 S 偏振光变成 P 偏振光，将 P 偏振状态的光作为照明光用。在此情况下，将 $\lambda/2$ 相位差片 421 的相位差层 422 配置在形成由 S 偏振光产生的光源象的位置即可。另外，通过使 P 偏振光及 S 偏振光两者的偏振面进行旋转，也能使偏振面一致。在此情况下，将相位差层配置在形成由双方偏振光产生的形成二次光源象的位置即可。
20

另外，在上述例中，作为 $\lambda/2$ 相位差片、 $\lambda/4$ 相位差片设想是由一般的高分子膜构成的。然而，也可以用扭转向列液晶（TN 液晶）构成这些相位差片。在使用 TN 液晶的情况下，由于能使相位差片的波长依赖性小，所以与使用一般的高分子膜的情况相比，能提高 $\lambda/2$ 相位差片及 $\lambda/4$ 相位差片的偏光变换性能。
25

在本发明的偏光照明装置中，用偏光分离·合成光学元件将从第一及第二光源部射出的随机偏振光分离成两种偏振光后，将各偏振光引导到规定的区域，并使偏振方向一致。因此，能使从第一及第二光源部射
30

出的几乎全部随机偏振光与 P 偏振光或 S 偏振光一致，而且能在合成后的状态下照射被照明区域，所以具有能明亮地照亮被照明区域的效果。另外，虽然使用两个光源部，但不会增大照明光对被照明区域的入射角度（照明角），能将来自两个光源部的照明光合成，所以能使照明光的截面积与使用一个光源部时相同，因此，与使用一个光源部时相比，能使每一定面积的光量增大一倍，所以根据这一点也具有能更亮地照亮被照明区域的效果。
5

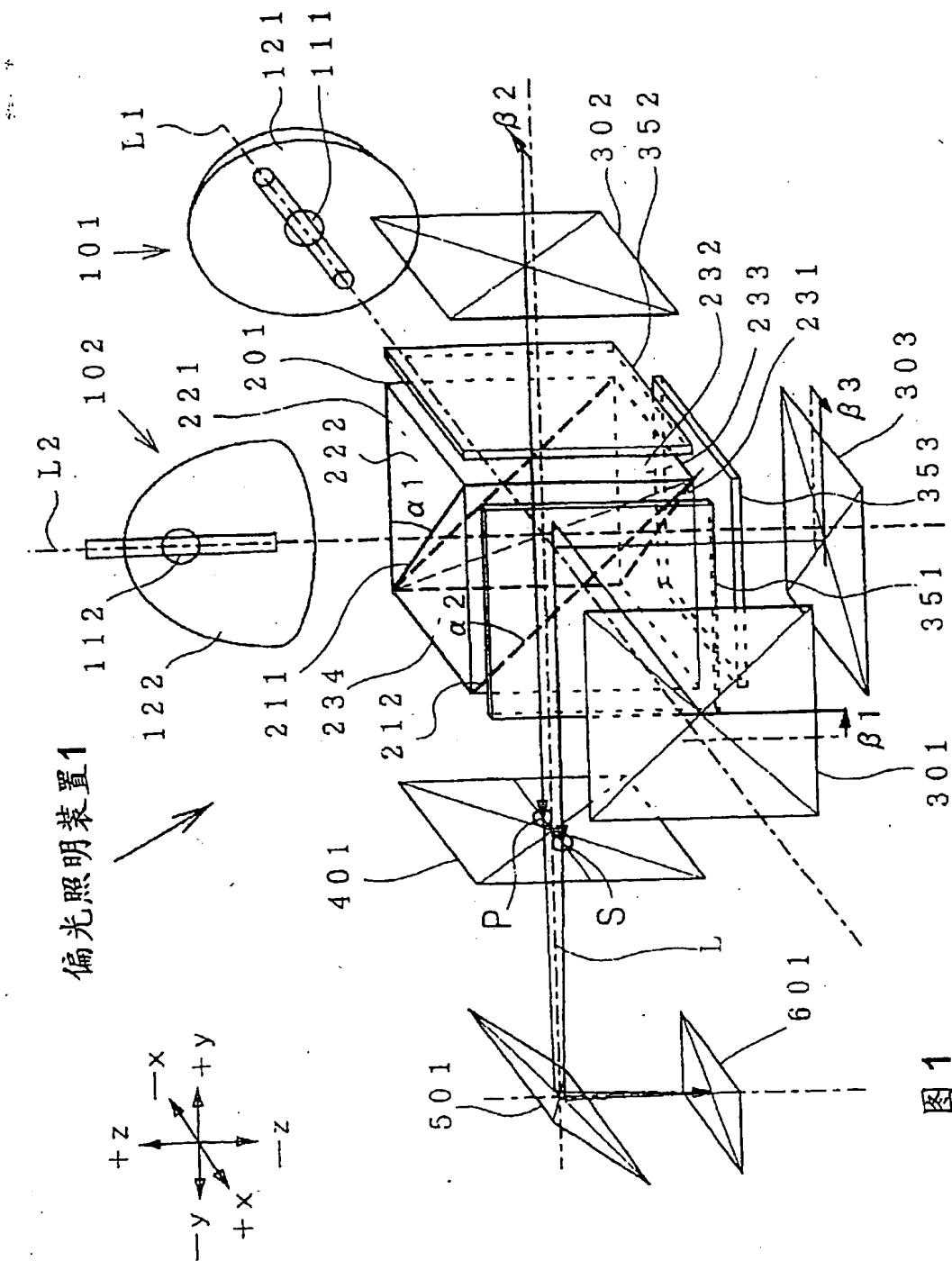
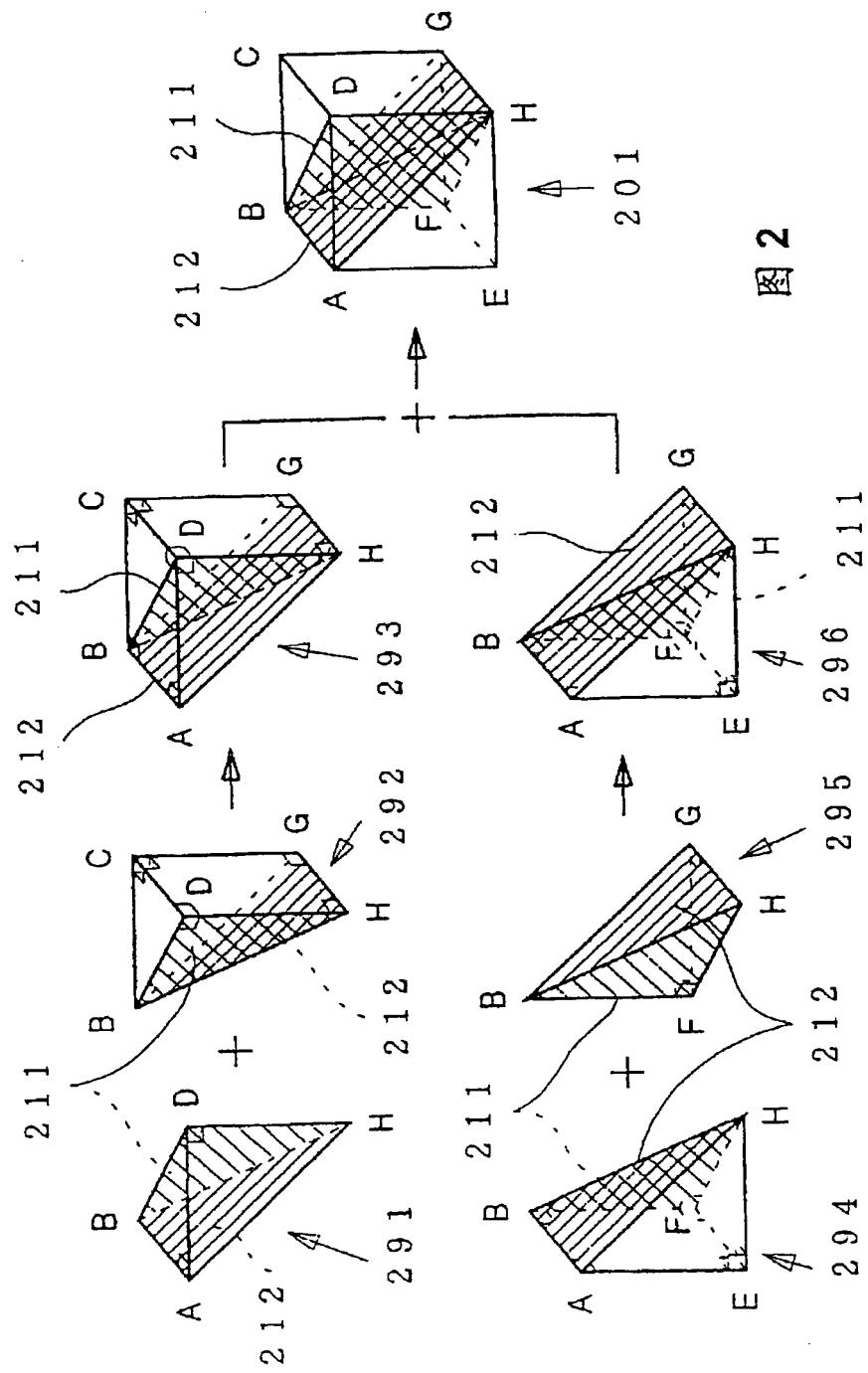


图1



2

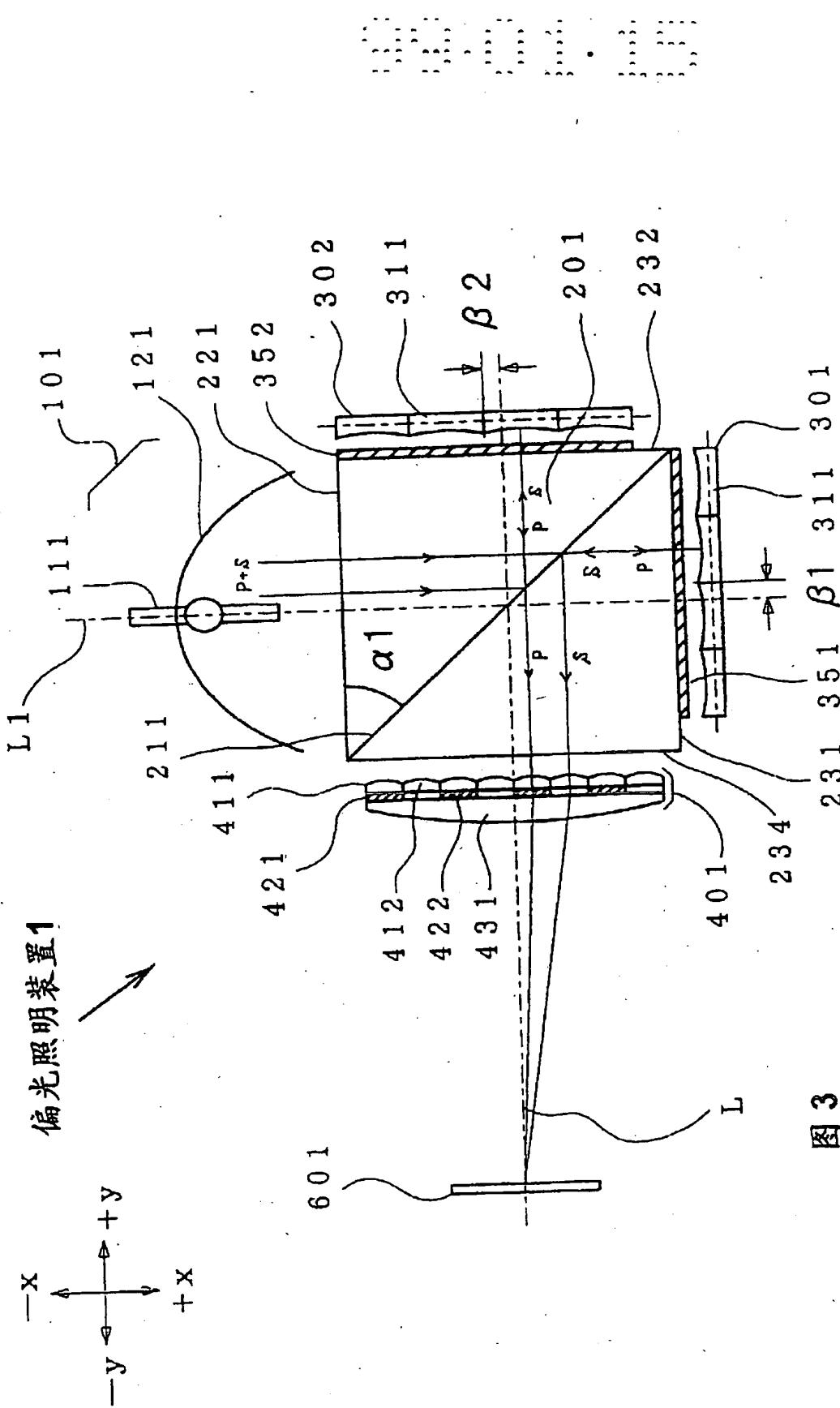


图 3

90-01-15

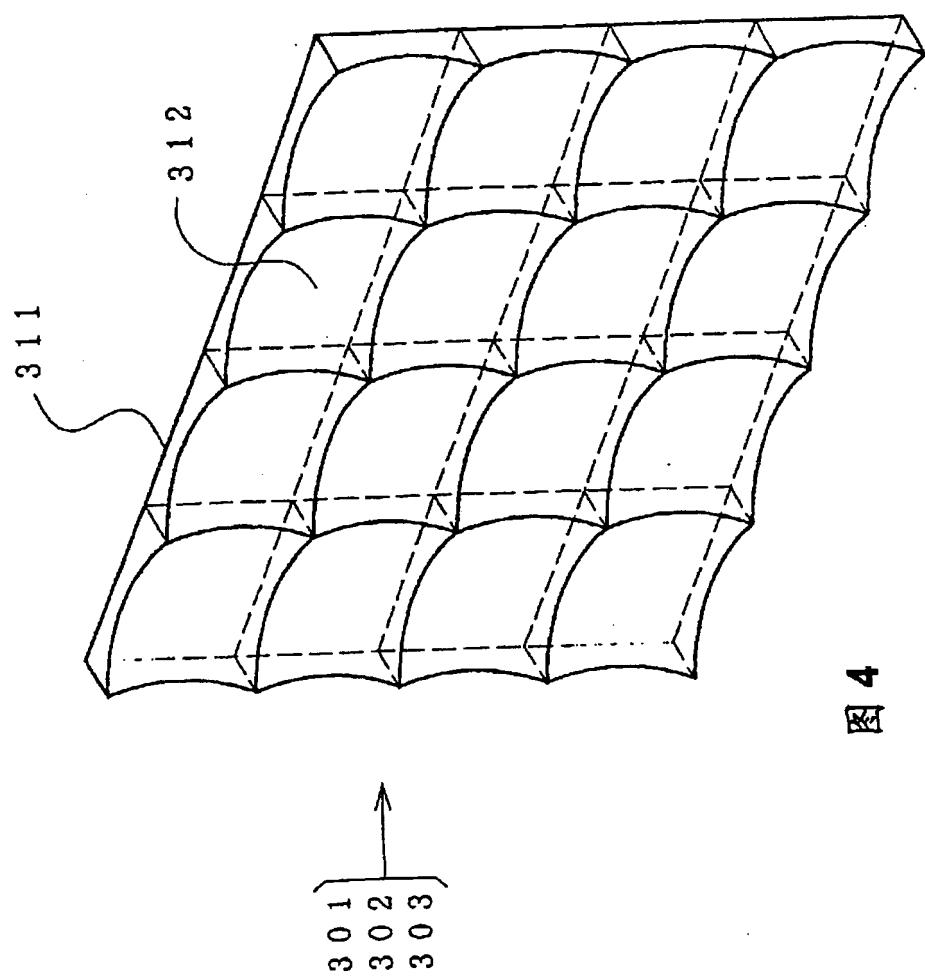


图 4

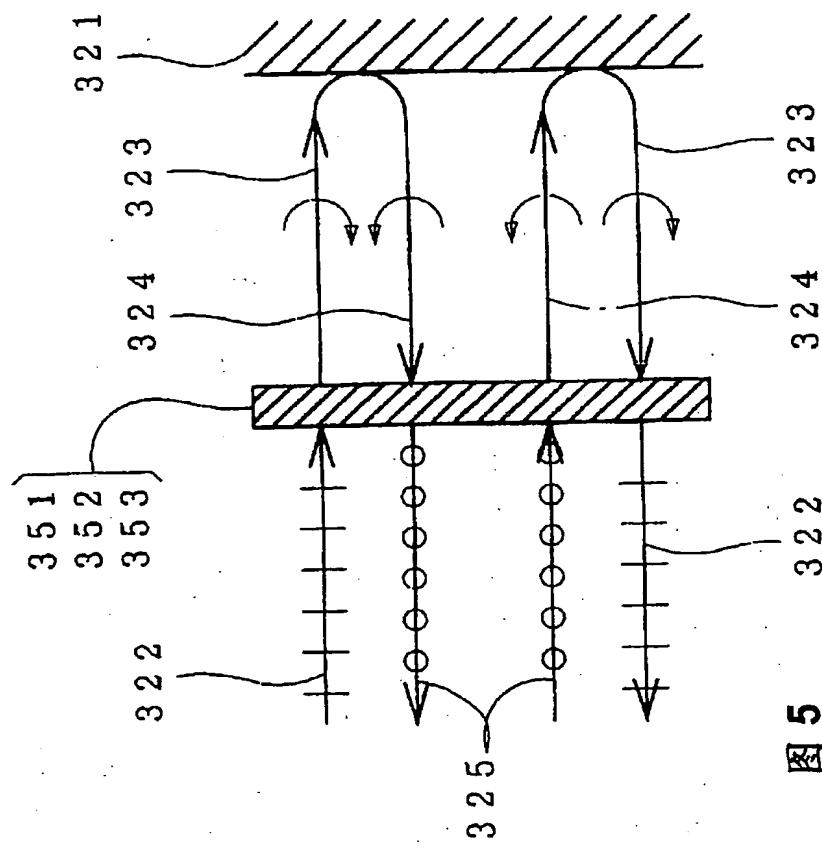


图 5

99-01-15

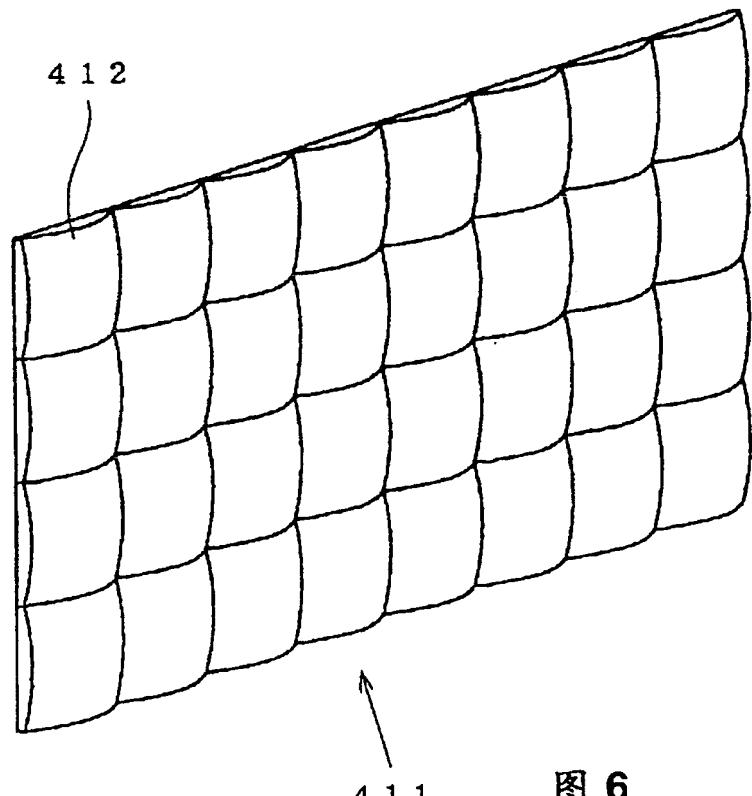
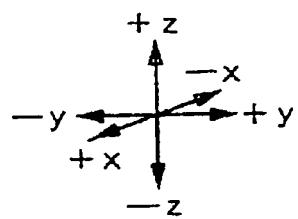


图 6

99-01-15

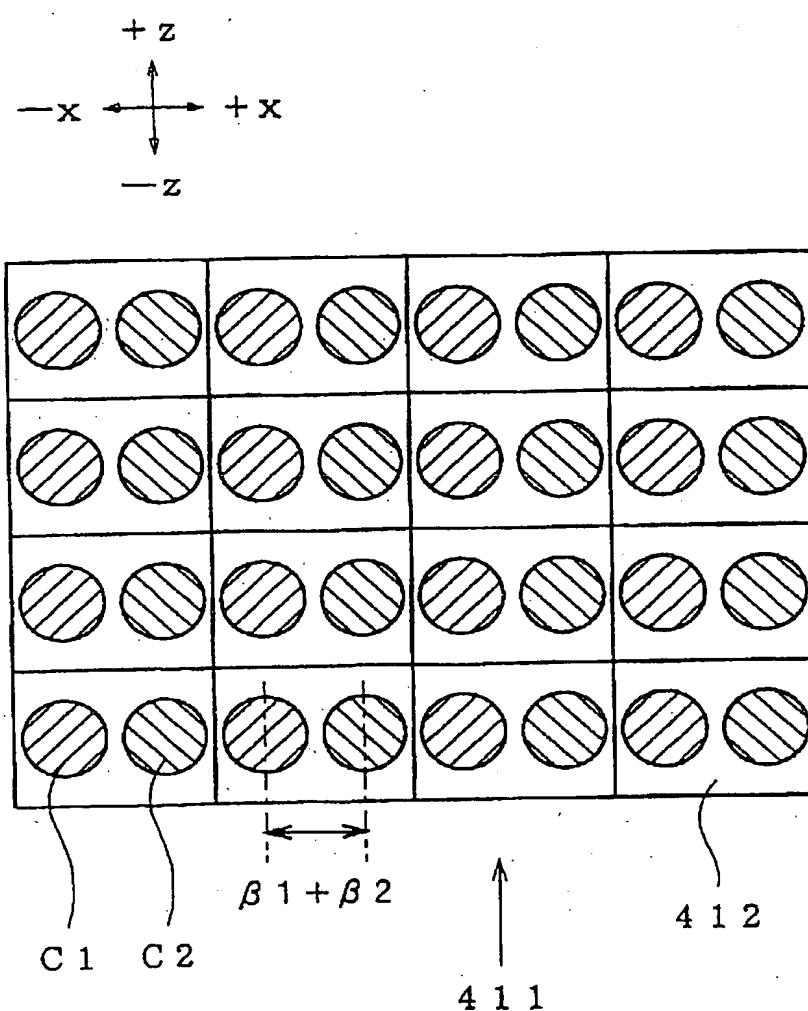


图 7

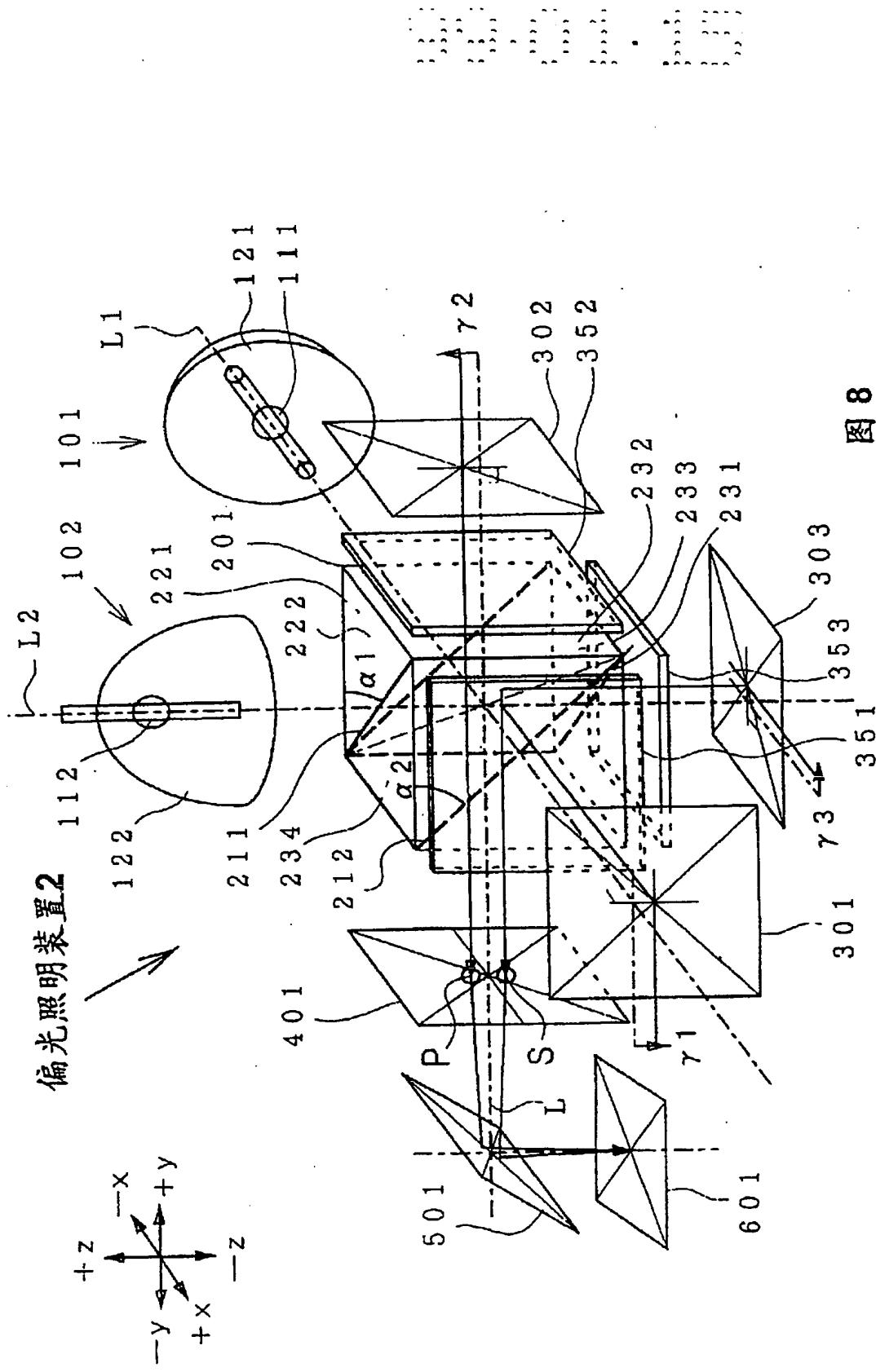


图 8

偏光照明装置3

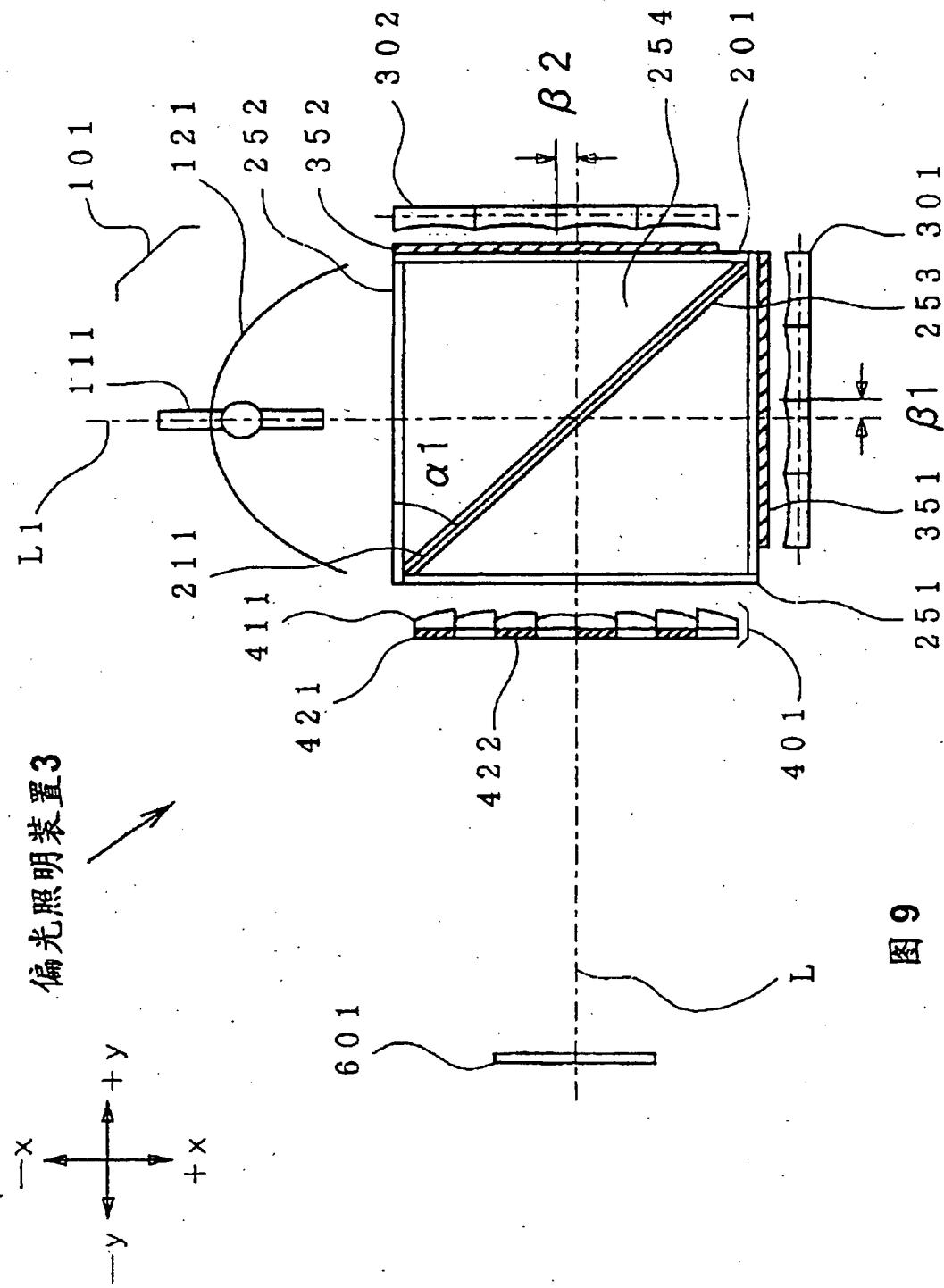


图9

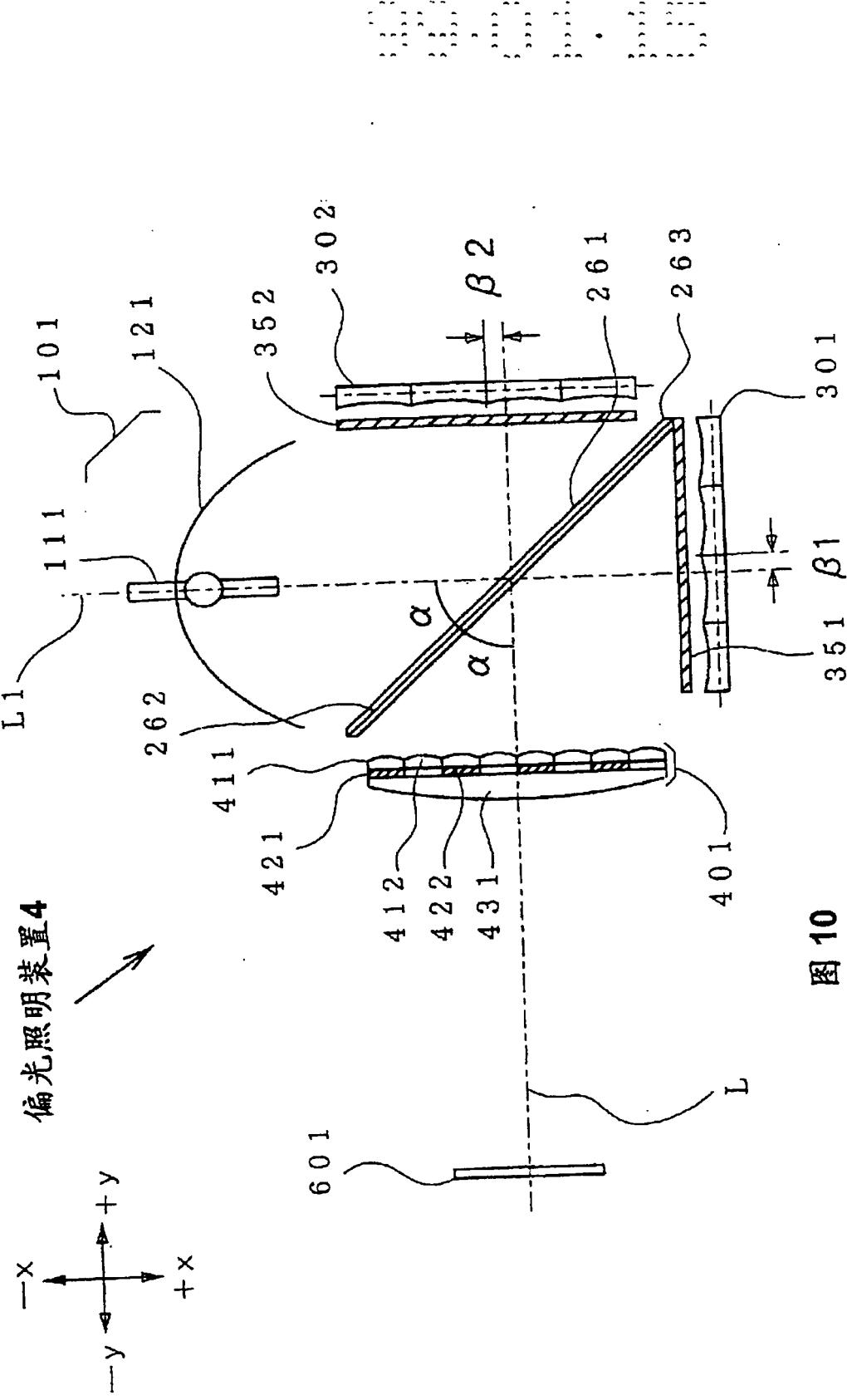


图 10

00-01-15

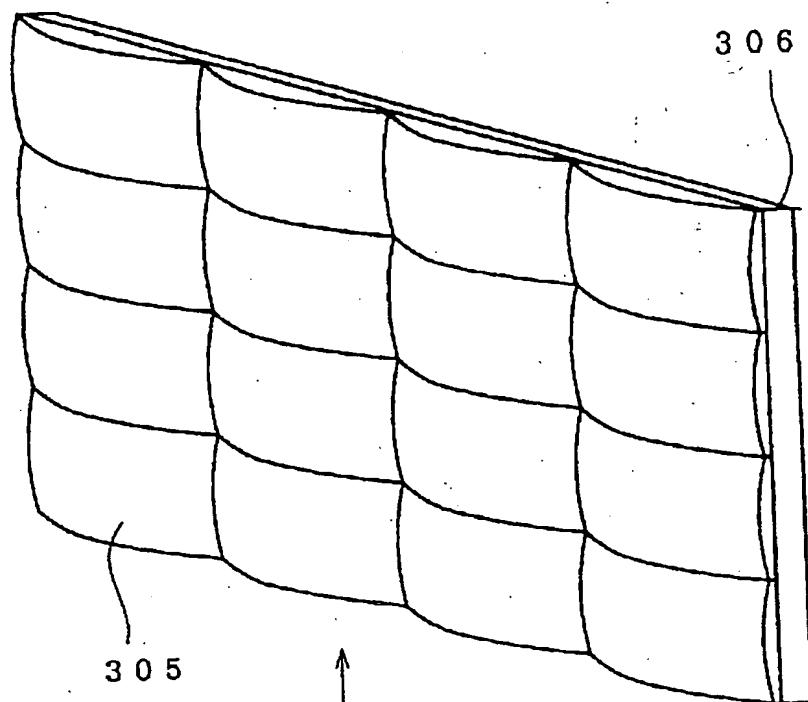


图 11

投影式显示装置5

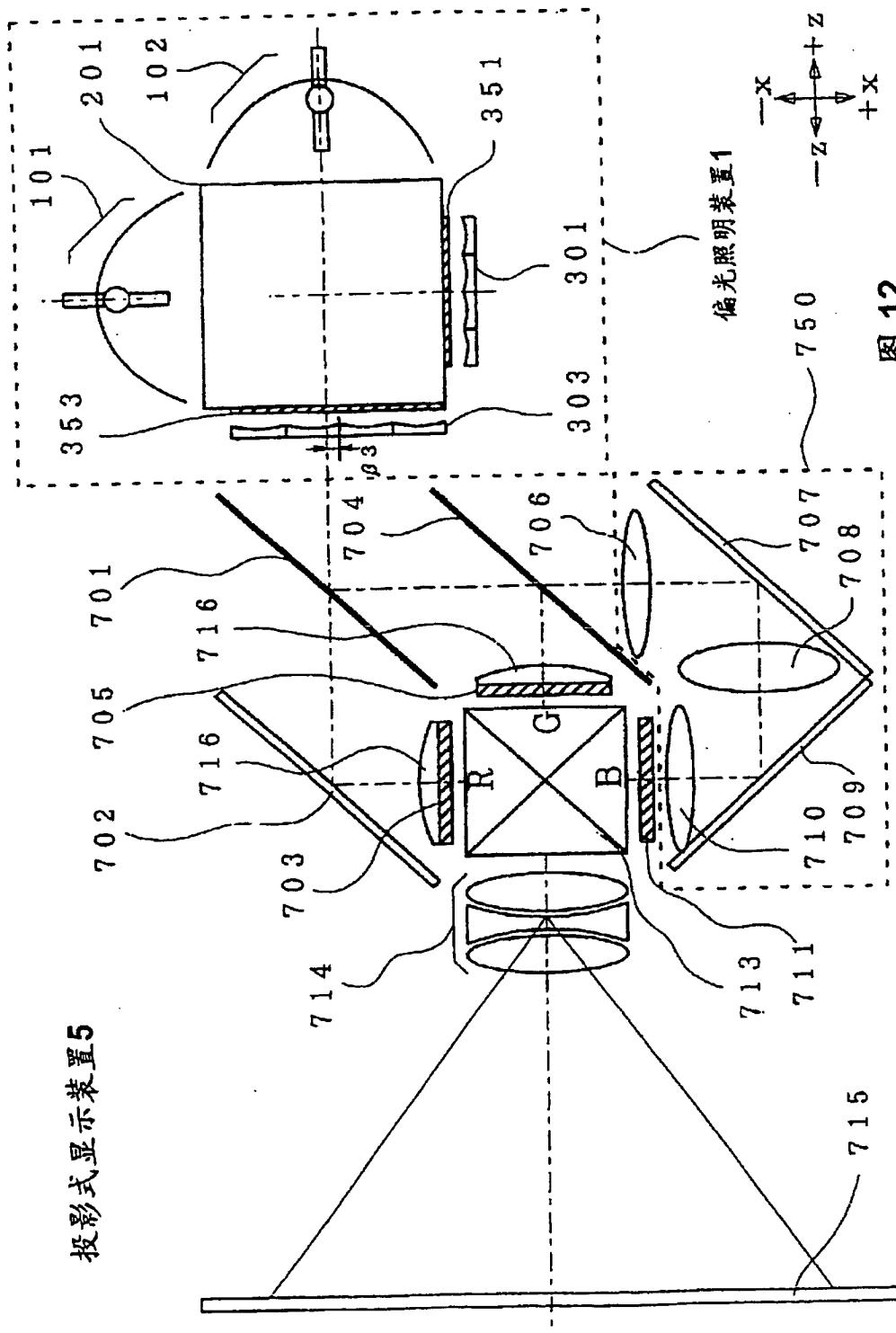


图 12

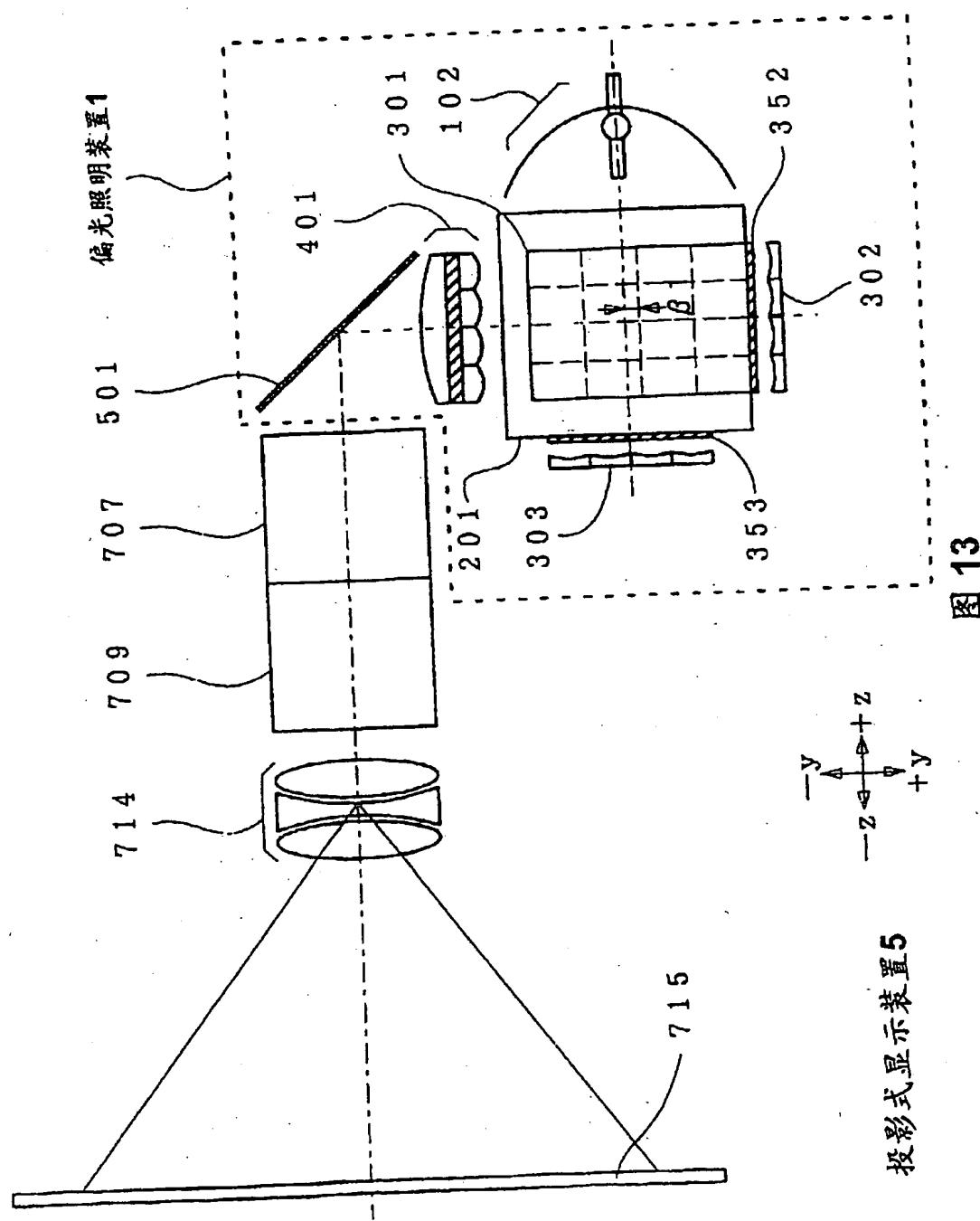
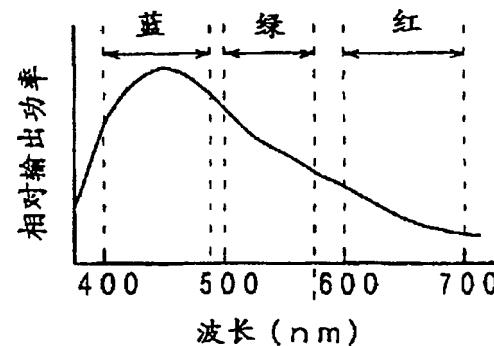
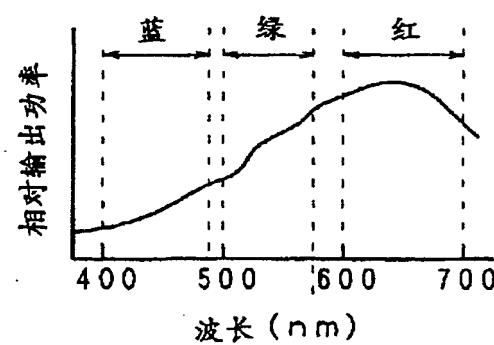


图 13

(A) 第一光源部的发光光谱例



(B) 第二光源部的发光光谱例



(C) 偏光照明装置1的发光光谱例

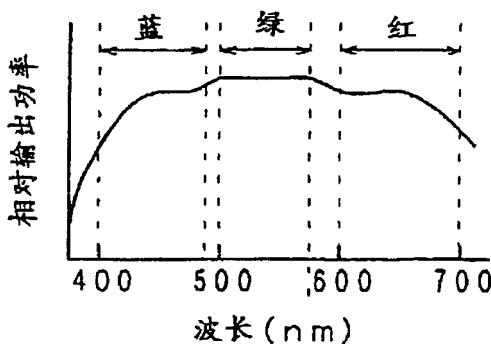


图 14

投影式显示装置6

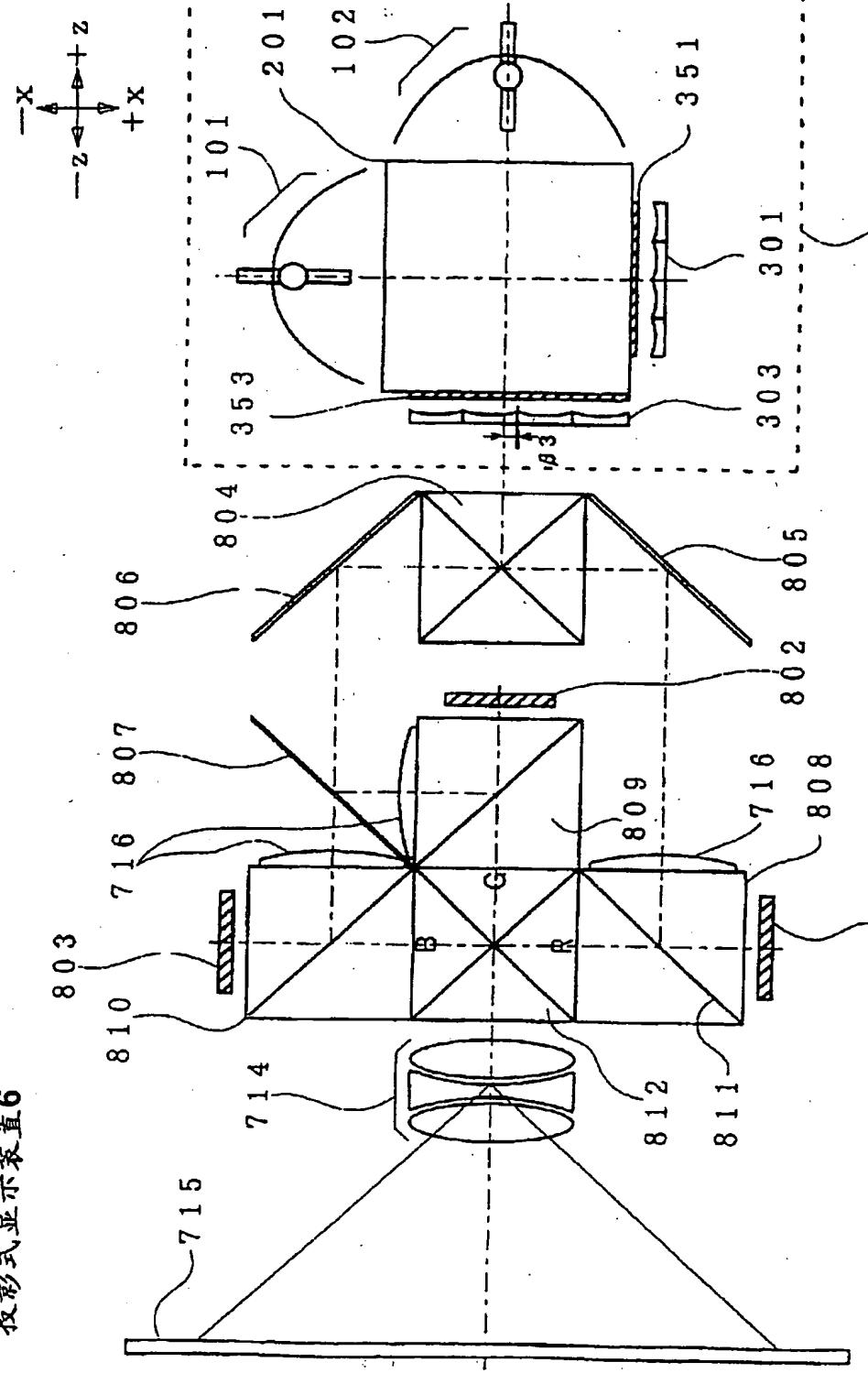


图 15

偏光照明装置1

THIS PAGE BLANK (USPTO)